

IMPLEMENTASI JARINGAN WSN PADA SISTEM DETEKSI BANJIR MENGGUNAKAN MODUL NRF24L01 PA + NA

Busran^{1*}, Rozi Candra², Eko Kurniawanto Putra³, Indra Warman⁴, Putri Mandarini⁵

^{1,2,3,4,5}Institute Teknologi Padang; Jln. Gajah Mada Kandis, Kp. Olo, Kec. Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat 25143, Telp. (0751) 7055202

Keywords:

nRF24L01 PA + LNA; JSN-SR04M; Banjir; IoT; WSN;

Correspondent Email:

2021610032.rozi@itp.ac.id;
busran.nofit@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem deteksi dini banjir berbasis Wireless Sensor Network (WSN) dengan modul komunikasi nRF24L01 PA+LNA. Sistem terdiri atas tiga node pengirim yang dilengkapi sensor ketinggian air, suhu, kelembapan, dan curah hujan, serta satu node penerima yang memproses dan menampilkan data secara real-time melalui LCD dan dashboard web. Setiap node mengirimkan data secara periodik ke node pusat menggunakan topologi star. Data yang diterima digunakan untuk menentukan status peringatan banjir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi stabil hingga jarak 110 meter dengan tingkat kehilangan data di bawah 2%. Akurasi sensor dievaluasi melalui proses kalibrasi dan perbandingan dengan alat referensi. Sistem juga mampu memberikan peringatan lokal melalui indikator LED dan buzzer sesuai dengan status yang terdeteksi. Selain itu, antarmuka web memungkinkan pemantauan parameter lingkungan dan data historis dari setiap node secara jarak jauh. Integrasi multi-sensor dalam jaringan WSN ini mendukung pemantauan kondisi banjir secara menyeluruh pada beberapa titik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem yang dirancang memiliki kinerja yang andal dan dapat digunakan sebagai solusi pemantauan lingkungan berkelanjutan serta sistem peringatan dini di wilayah rawan banjir.



Copyright © [JITET](http://jitet.itp.ac.id) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. This study aims to develop an early flood detection system using a Wireless Sensor Network (WSN) with the nRF24L01 PA+LNA module. The system consists of three transmitter nodes equipped with water level, temperature, humidity, and rainfall sensors, and one receiver node that processes and displays data in real-time via an LCD and web dashboard. Each node transmits data periodically to the central node using a star topology. The data are then used to determine the flood alert status. System testing shows stable communication performance up to 110 meters with a data loss rate below 2%. Sensor accuracy was evaluated through calibration and comparison with reference instruments. The system can also trigger local warnings via LED indicators and buzzers according to the detected status. Additionally, the web interface allows users to monitor each node's environmental parameters and historical data remotely. The integration of multiple sensors with the WSN enables real-time monitoring across multiple zones, providing valuable information for flood preparedness. This research concludes that the system offers reliable performance and is suitable for continuous environmental monitoring and early flood warning implementation in areas vulnerable to flooding.

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di berbagai wilayah, terutama di daerah dengan sistem drainase yang buruk dan curah hujan tinggi[1]. Dampak dari banjir tidak hanya merusak infrastruktur, tetapi juga mengganggu aktivitas masyarakat dan menimbulkan kerugian ekonomi[2][3][4]. Oleh karena itu, sistem deteksi dini terhadap potensi banjir sangat diperlukan untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan.

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan teknologi *Wireless Sensor Network* (WSN) telah banyak dikembangkan dalam berbagai bidang, termasuk pemantauan lingkungan. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data dari berbagai sensor secara terdistribusi dan pengiriman data secara nirkabel ke pusat pengolahan[5]. Penelitian sebelumnya telah mengimplementasikan WSN untuk pemantauan suhu, kelembapan, dan ketinggian air menggunakan berbagai modul komunikasi seperti WiFi, ZigBee, dan LoRa. Namun, keterbatasan jangkauan, konsumsi daya, dan biaya menjadi kendala tersendiri dalam pengembangannya.

Modul komunikasi NRF24L01 merupakan salah satu modul RF 2.4 GHz berdaya rendah dan berbiaya murah yang banyak digunakan dalam sistem sensor nirkabel[6]. Modul ini mampu membentuk jaringan multi-node dan mendukung komunikasi dua arah dengan jangkauan yang cukup untuk aplikasi lokal Meski potensial [7].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi banjir berbasis WSN menggunakan modul NRF24L01 yang terdiri dari beberapa node sensor dan satu node pusat (receiver). Sistem ini diharapkan mampu memantau parameter lingkungan secara real-time dan memberikan peringatan dini berdasarkan status yang dihitung dari seluruh node. Keunikan dari penelitian ini terletak pada integrasi multi-sensor dalam jaringan NRF24L01 serta penerapan sistem pengolahan status banjir terpusat yang kemudian disebarkan kembali ke node lain sebagai notifikasi lokal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Internet of things

Internet of Things (IoT) bertujuan untuk menghubungkan berbagai benda di sekitar guna mendukung aktifitas sehari-hari serta membantu manusia menyelesaikan pekerjaan secara lebih praktis dan efisien. Dengan logika pemrograman yang dimilikinya, perangkat dalam sistem IoT mampu berkomunikasi dan beroperasi secara otomatis satu sama lain tanpa campur tangan manusia, bahkan dari jarak jauh. Internet berperan sebagai media penghubung antar perangkat tersebut, sementara manusia berfungsi sebagai pengatur dan pengawas utama dalam operasional sistem[7]. Selain itu, penerapan IoT memungkinkan proses identifikasi, pelacakan, dan pemantauan secara otomatis dan real-time. Wireless sensor network

2.2. Wireless Sensor Network (WSN)

Wireless Sensor Network (WSN) adalah sekumpulan node yang terstruktur dalam sebuah jaringan, dilengkapi dengan kemampuan pemrosesan data, dan mendukung berbagai aplikasi[8]. WSN adalah sistem embedded yang terdiri dari perangkat-perangkat seperti sensor node, router, dan sink node yang terhubung dalam jaringan. Perangkat WSN terhubung secara ad-hoc, memungkinkan komunikasi antar perangkat tanpa memerlukan infrastruktur jaringan seperti access point atau router.

2.3. Modul NRF24L01 + PA LNA

Modul NRF24L01 merupakan modul komunikasi nirkabel yang bekerja pada frekuensi radio 2,4 GHz dan menggunakan antar muka serial perifer interface (SPI) modul ini beroperasi pada tegangan 1,9 hingga 3,6V serta toleran terhadap logika 5V, sehingga dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler seperti Arduino tanpa memerlukan konverter level logika. konsumsi dayanya yang rendah menjadikan modul ini ideal untuk aplikasi yang membutuhkan efisiensi energi tinggi, seperti Internet of Things (IoT), jaringan sensor nirkabel, dan sistem komunikasi jarak jauh. Varian NRF24L01+ PA LNA dilengkapi dengan penguat daya Power Amplifier) dan penguat daya rendah (Low Noise Amplifier), yang memungkinkan jangkauan komunikasi hingga lebih dari 1000m dengan penggunaan antena external. Modul ini mendukung hingga 125 saluran frekuensi berbeda dan dapat

berkomunikasi secara simultan hingga 6 modul lainnya [9].

2.4. ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler penerus ESP8266 yang memiliki inti CPU, GPIO atau pin input output yang lebih banyak, WiFi yang lebih cepat, dan mendukung Bluetooth 4.2 dengan konsumsi daya yang rendah [11]. Pada penelitian ini, ESP32 sebagai penerima, memproses dan mengirimkan data ke LCD dan platform blynk sehingga data hasil pembacaan sensor kelembapan dapat di tampilkan secara real-time

2.5. Arduino nano

Arduino Nano adalah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. secara fungsi tidak ada bedanya dengan Arduino Uno[10]. perbedaan utama terletak pada tidak adanya jack power DC dan penggunaan konektor Mini-B USB. Arduino Nano menggunakan mikrokontroler Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda[11].

2.6. Sensor JSN-SR04M

JSN-SR04T adalah sensor ultrasonik yang merupakan hasil upgrade dari HC-SR04, dengan fitur tahan air hingga rentang pengukuran 500 cm. Ini membuat sensor aman digunakan di dalam air tanpa takut terjadi korsleting listrik, asalkan tidak terlalu dalam[12]. Sensor JSN-SR04T memiliki kabel built-in yang terhubung ke modul dengan

panjang 2,5 m dan rentang tegangan 3-5 Volt untuk pemrosesan sinyal. Prinsip kerja sensor ini mengandalkan hukum pemantulan, yaitu dengan menggunakan gelombang suara yang dipancarkan dan memerlukan benda untuk memantulkan sinyal yang kemudian diterima kembali oleh sensor[13].

2.7. Sensor tipping bucket

Menurut Weathershack 2010, prinsip alat, air hujan ditampung pada bejana yang jungkit jungkit. bila air mengisi bejana penampung yang setara dengan curah hujan 0,5mm akan berjungkit dan air dikeluarkan. Tiap gerakan bejana berjungkit secara mekanis tercatat pada pias atau menggerakkan *counter* (penghitung) jumlah hitungan dikalikan 0,5mm adalah tinggi hujan yang terjadi. Curah hujan di bawah 0,5 mm tidak tercatat. Hal ini dikarenakan mode jungkit pada alat ini di desain hanya untuk beban berat 0,5mm atau lebih. Semua alat penakar hujan di atas harus diperhatikan penempatannya di lapangan terbuka bebas dari halangan.

2.8. DHT22

Sensor DHT22 adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara secara relatif, sensor ini menghasilkan data digital yang tidak memerlukan ADC, dikarenakan telah dikalibrasi otomatis[14].

2.9. Website

Situs web merupakan sekumpulan halaman yang menyajikan berbagai jenis informasi dan disediakan oleh sebuah server informasi yang ditampilkan dapat berupa teks, gambar, animasi, suara, video, maupun gabungan dari jenis-jenis data tersebut dan dapat bersifat statis dan dinamis [15]. Rangkaian gabungan yang saling terkait terdiri dari jaringan halaman atau hyperlink yang menghubungkan halaman web ini satu sama lain.

3. METODE PENELITIAN

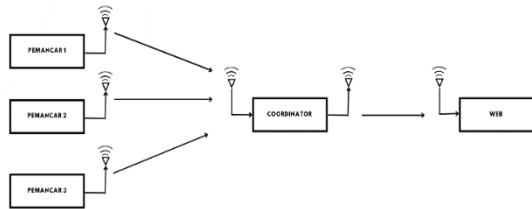
Penelitian ini dilakukan melalui pengumpulan dan analisis data, yang mencakup pengukuran kinerja perangkat lunak dan perangkat keras. Sensor JSN SR04m, Sensor DHT22, Sensor Tipping bucket, modul nRF24L01 PALNA dan website merupakan beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini

3.1. Perancangan sistem

Rancangan alat ini untuk pemantauan ketinggian air, kelembaban udara dan intensitas curah hujan menggunakan WSN berbasis modul nRF24L01. Terdapat 3 perancangan yaitu Node pemancar, node penerima dan gateway

3.1.1. Topologi Jaringan

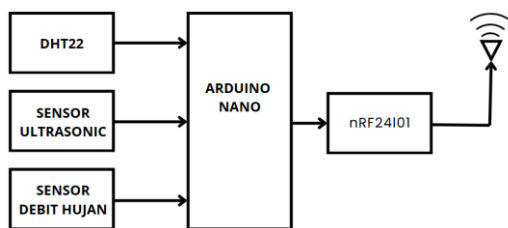
Topologi jaringan menggambarkan hubungan antar node dalam sistem WSN. Secara umum WSN dapat menggunakan jenis topologi seperti star, tree, dan mesh.



Gambar 1 Topologi jaringan

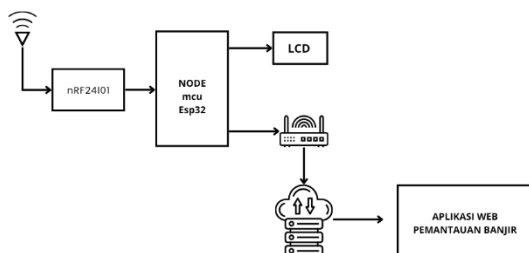
3.1.2. Blok Diagram

Blok diagram merupakan alat bantu perancangan sistem secara global yang dapat terlihat keseluruhan, keterkaitan, dan interaksi antara subsistem.



Gambar 2 blok diagram pemancar

Pada gambar 2 di atas. Sensor DHT22, Sensor ultrasonik, sensor tipping bucket adalah input dari perangkat pemancar. Data dari semua sensor itu di proses oleh arduino nano lalu dikirim ke penerima melalui modul nrf24101.

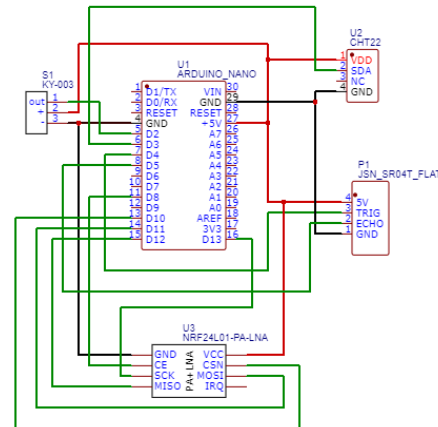


Gambar 3 blok diagram penerima

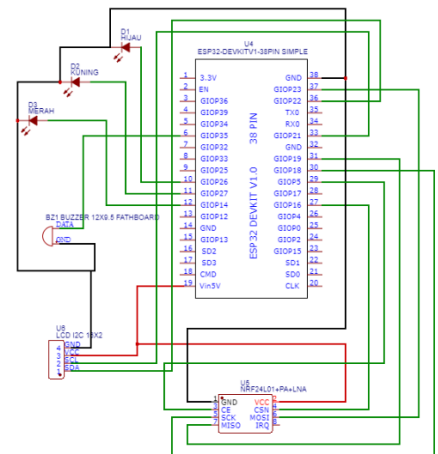
Pada gambar 3 di atas merupakan node penerima yang mana data yang masuk akan di proses oleh ESP32 dan di tampilkan oleh LCD dan dikirimkan ke server melalui http post

3.1.3. Skematik rangkaian

Berikut merupakan skema rangkaian untuk modul penerima dan pengirim



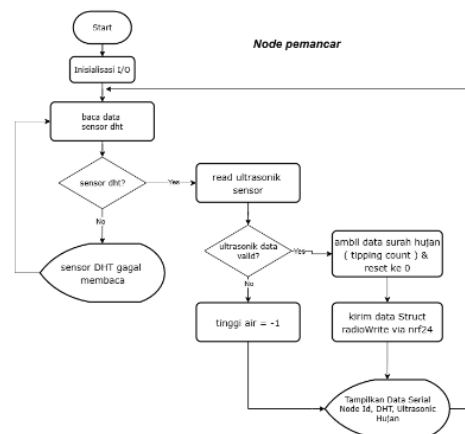
Gambar 4 skema rangkaian pemancar



Gambar 5 Skema rangkaian penerima

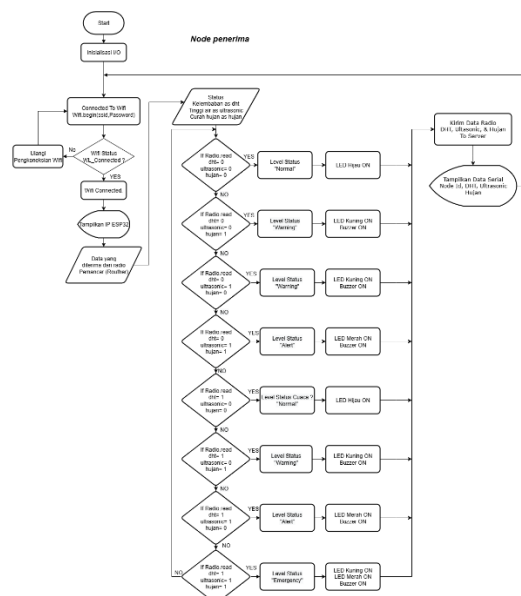
3.1.4. Flowchart

Berikut merupakan flowchart untuk sistem pemancar dan penerima yang di jelaskan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 6 node pemancar

Pada gambar 6 dan 7 merupakan flowchart sistem yang menunjukkan proses berjalannya alat penelitian ini. Dimulai dengan inisialisasi *input*, *output*, pembacaan sensor dht, ultasonic, dan tipping bucket, jika sensor dht tidak terdeteksi maka akan melakukan looping dan mengulang kembali. Jika prosesnya benar maka akan lanjut untuk pembacaan sensor nya setelah semua data terbaca, data akan dikirim ke penerima menggunakan modul nrf24l01 dan lakukan looping kembali.



Gambar 7 node penerima

Pada gambar 6 dan 7 merupakan flowchart sistem yang menunjukkan proses berjalannya alat penelitian ini. Dimulai dengan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian node sensor

Pengujian node sensor menguji berbagai sensor yang mengukur kelembaban, tinggi air dan curah hujan. Selama proses ini, data dari node sensor dikirim ke gateway untuk dipantau dan dianalisis.

A. Pengujian sensor Tipping bucket

Dalam 6 percobaan sensor berhasil mengukur intensitas hujan Pada pengujian ini dilakukan Kalibrasi dilakukan untuk menentukan seberapa besar curah hujan (dalam milimeter) yang dihasilkan oleh setiap tipping. Rumus yang digunakan untuk menghitung curah hujan adalah sebagai berikut:

$$\text{Curah Hujan (mm)} = \frac{\text{jumlah tipping (ml)} \times \text{Volume pertipping (ml)}}{\text{luas corong (cm}^2\text{)}} \times 10$$

Rumus ini digunakan untuk mengonversi volume air yang tertampung menjadi satuan curah hujan berdasarkan luas permukaan corong penampung.

Tabel 1. pengujian sensor Tipping Buceket

No.	Kelembaban	Referensi	Error
1	3	0.52	Hujan Ringan
2	9	1.57	Hujan Sedang
3	15	2.63	Hujan Deras
4	30	5.12	Hujan Deras
5	60	10.38	Hujan Sangat Deras
6	120	20.76	Hujan Sangat Deras

B. Pengujian sensor DHT22

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor DHT22 dalam mengukur suhu dan kelembaban udara dengan membandingkan hasil bacaan terhadap alat referensi yaitu HTC-1 (termohigrometer digital).

Tabel 2. Hasil pengujian sensor DHT22

Jam	Suhu DHT22 (°C)	Suhu HTC-1 (°C)	Selisih (°C)	RH DHT22 (%)	RH HTC 1 (%)
10:20	32.70	32.30	+0.40	56.00	+1.00
11:08	32.60	32.40	+0.20	51.00	-1.00
11:25	32.70	33.90	-1.20	42.40	-1.60
11:45	32.20	32.70	-0.50	49.90	-0.10
12:10	33.10	33.00	+0.10	49.10	+1.10

Dari hasil pengujian pada Tabel 2. Terlihat selisih terlihat selisih yang cukup jauh sehingga perlu di kalibrasi. Berikut hasil kalibrasi kelembaban

Tabel 3. hasil kalibrasi kelembaban

Jam	No.	RH DHT22 (%)	RH HTC-1 (%)	Selisih RH
02:06	1	50.00	50.00	0.00
02:15	2	50.30	51.00	-0.70
02:30	3	50.20	50.00	+0.20
02:40	5	51.00	51.00	0.00
02:50	6	50.30	50.00	+0.30

C. Pengujian sensor JSN-SR04M

Pengujian jarak dari sensor JSN-SR04M dilakukan dengan alat pembanding meteran untuk memastikan keakuratan bacaan sensor, pada pengujian ini dilakukan 8 kali pengujian dari jarak terkecil 10 cm hingga 1 meter.

Tabel 4 pengujian sensor JSN-SR04M

No.	Jarak manual (cm)	Terbaca sensor (cm)	Selisih (%)
1	10	10,0	0.00%
2	20	20,0	0.00%

3	30	30,0	0.00%
4	44	44,0	0.00%
5	55	55,0	0.00%
6	70	69,0	1.00%

4.2. Pengujian jarak jauh

Pengujian jangkauan alat dilakukan untuk mengevaluasi seberapa efektif alat dapat mentransmisikan antara node sensor dan gateway pada jarak yang berbeda, seperti 40 meter, 100 meter, 150 meter, dan 200 meter, pengujian ini dilakukan dengan 2 metode yaitu pengujian dengan satu node dan semua node.

Tabel 5 pengujian satu node

Jarak (cm)	Modul pengirim	Modul penerima	Status pesan	Keterangan
30	Terkirim	Diterima	Sukses	Tidak ada gangguan
50	Terkirim	Diterima	Sukses	Tidak ada gangguan
70	Terkirim	Diterima	Sukses	Tidak ada gangguan
90	Terkirim	Diterima	Sukses	Tidak ada gangguan
100	Terkirim	Diterima	Sukses	Tidak ada gangguan
110	Terkirim	Diterima	Sukses	Tidak ada gangguan
120	Terkirim	Diterima	Delay ± 5	Data terkirim respon melambat
130	Terkirim	Diterima	Delay > 5	Banyak kehilangan data

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi berlangsung stabil hingga jarak 110 meter, dengan semua data terkirim dan diterima tanpa gangguan. Namun, mulai jarak 120 meter, terjadi keterlambatan penerimaan data (delay) sebesar 2–5 detik, dan pada jarak di atas 120 meter, sinyal menjadi tidak stabil serta terjadi kehilangan data. Hal ini menunjukkan modul ini memiliki jangkauan panjang, kondisi lingkungan seperti vegetasi dapat memengaruhi kinerja transmisi sinyal radio, khususnya dalam hal delay dan packet loss.

Tabel 6 pengujian semua node

Node	Paket terkirim	Paket diterima	Paket hilang	Paket loss (%)
1	150	149	1	0.67%
2	150	147	3	2,00 %
3	150	150	0	0 %

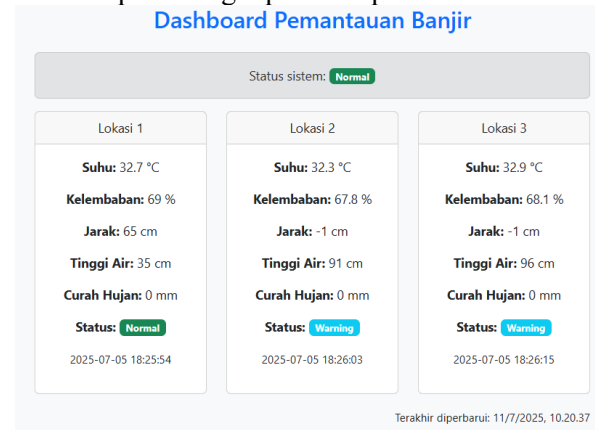
Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketika semua node digunakan secara bersamaan dilakukan untuk mengetahui performa komunikasi modul nRF24L01 PA+LNA dalam skenario real-time dengan tiga node pemancar yang mengirimkan data ke satu node penerima secara simultan pada jarak ± 130 meter dengan

interval pengiriman setiap 1 menit, dengan hasil pengujian seperti tabel 6.

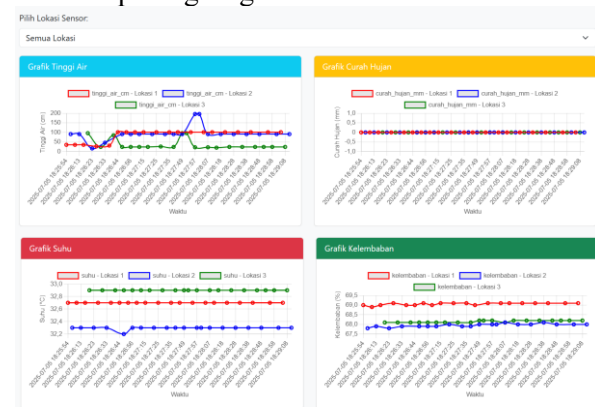
4.3. Tampilan hasil web

Hasil pengujian ini ditampilkan pada sebuah dashboard web untuk mempermudah monitoring sistem yang mana dapat melihat status ketinggian air berdasarkan ketinggian air sesuai node dan status gabungan node.

A. Tampilan rangkuman data per node



B. Tampilan grafik sensor



C. Histori data sensor

Waktu	Lokasi	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Jarak (cm)	Tinggi Air (cm)	Curah Hujan (mm)	Status
2025-07-05 18:26:15	Lokasi 3	32.9	68.1	-1	96	0	Warning
2025-07-05 18:26:26	Lokasi 3	32.9	68.1	71	24	0	Normal
2025-07-05 18:26:35	Lokasi 3	32.9	68.1	10	85	0	Warning
2025-07-05 18:26:46	Lokasi 3	32.9	68.1	71	24	0	Normal
2025-07-05 18:26:56	Lokasi 3	32.9	68.1	71	24	0	Normal
2025-07-05 18:27:06	Lokasi 3	32.9	68.1	71	24	0	Normal
2025-07-05 18:27:16	Lokasi 3	32.9	68.1	71	24	0	Normal
2025-07-05 18:27:26	Lokasi 3	32.9	68.1	69	26	0	Normal
2025-07-05 18:27:37	Lokasi 3	32.9	68.1	71	24	0	Normal
2025-07-05 18:27:49	Lokasi 3	32.9	68.2	-1	96	0	Warning
2025-07-05 18:27:50	Lokasi 3	32.9	68.2	-1	96	0	Warning
2025-07-05 18:27:57	Lokasi 3	32.9	68.2	73	22	0	Normal
2025-07-05 18:28:07	Lokasi 3	32.9	68.1	73	22	0	Normal

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi dini

bahwa sistem pendeteksi banjir yang dikembangkan mampu berfungsi dengan baik dalam pemantauan kondisi ketinggian air secara real-time pada tiga zona utama, yaitu hulu (Node 1), tengah (Node 2), dan hilir (Node 3). Sistem ini mencatat ketinggian air berkisar antara 41 cm hingga 74 cm, serta suhu rata-rata diatas 35°C. ketiga node tersebut saling terhubung melalui jaringan Wireless Sensor Network (WSN) berbasis modul nRF24L01 PA+LNA, yang memiliki jangkauan komunikasi lebih dari 110 meter di lapangan terbuka.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respon otomatis sesuai kondisi yang terdeteksi. Sebagai contoh, ketika Node 1 berada dalam status warning, sementara Node 2 dan Node 3 dalam kondisi normal normal, sistem mendeteksi potensi banjir di hilir dan menampilkan notifikasi siaga banjir di hilir dengan mengaktifkan LED kuning dan buzzer. Sementara itu, apabila ketiga node berada dalam status warning secara bersamaan, sistem menampilkan status waspada banjir dan mengaktifkan LED merah serta buzzer sebagai tanda peringatan bahaya yang lebih tinggi. semua data sensor dan status sistem secara otomatis tercatat ke dalam server atau basis data, sehingga dapat digunakan untuk pemantauan berkelanjutan dan analisa lebih lanjut dalam mendukung upaya mitigasi banjir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada Bapak Busran dan bapak eko atas seluruh bimbingan, arahan, dan dukungan yang telah diberikan selama keseluruhan proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Salim, S. I. Wahyudi, and K. Wibowo, "Analisis Faktor-Faktor Kerentanan Banjir Pesisir (Studi pada Pesisir Pantai Utara Jawa Tengah)," *Proc. Ser. Phys. Form. Sci.*, vol. 6, pp. 20–27, 2023, doi: 10.30595/pspfs.v6i.847.
- [2] H. R. Haezer, H. Herawati, and Nurhayati, "Analisis faktor-faktor penyebab banjir pada bagian hilir das sekadau," pp. 1–6, 2023.
- [3] R. Harahap, K. Jeumpa, and S. Rahmadani, "Mitigasi Banjir Pada Sistem Drainase," *Semnastek UISU*, vol. 1, no. 1, pp. 41–45, 2020.
- [4] P. P. Berkelanjutan, "Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi," vol. 12, no. 1, pp. 220–242, 2025.
- [5] 2024 Amalia, Jasri Nur et all., "Realisasi Wireless Sensor Network Lora Untuk," vol. 12, no. 3, pp. 4390–4396, 2024.
- [6] L. Y. Rahayu, S. . M. . A. Mulyana, and S. . M. . U. Sunarya, "Perancangan Aplikasi Sistem Pemantauan Pertumbuhan Sawi Hijau Berbasis Web dengan Computer Vision," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 2567–2574, 2018.
- [7] S. N. Aurellia, "Implementasi Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Ph Tanah Dan Intensitas Cahaya Tanaman Lahan Terbuka Dengan Wsn Berbasis Modul Nrf24L01," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3S1, pp. 4098–4104, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3s1.5263.
- [8] A. AZHAR, S. M. Al Sasongko, and D. F. Budiman, "Implementasi Purwarupa Wireless Sensor Network Untuk Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Mint Menggunakan Esp32 Berbasis Iot-Lora," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, pp. 2113–2121, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4678.
- [9] U. J. Shobrina, R. Primananda, and R. Maulana, "Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24I01, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 1510–1517, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [10] D. E. Putri, "Perkembangan Teknologi Pakan Ikan Otomatis dalam Perikanan Modern : Tinjauan Literatur," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 11, no. 2, pp. 160–172, 2024, doi: 10.34010/telekontran.v11i2.11310.
- [11] R. Mardiansyah, "Pembuatan Alat Pengendali Filling Water Untuk Umkm Berbasis Arduino Nano," *J. Tek. Energi*, vol. 11, no. 2, pp. 1–6, 2023, doi: 10.35313/energi.v11i2.3897.
- [12] G. H. I. Apsari, S. Pramono, and N. A. Zen, "Implementasi Regersi Linier Menggunakan Sensor JSN-SR04T Untuk Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Air Melalui Antares," *J. Electron. Electr. Power Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 123–129, 2022, [Online]. Available: <https://journal.peradaban.ac.id/index.php/je-epa/article/view/1277/869>
- [13] A. Chobir, A. Andang, and N. Hiron, "Sistem Deteksi Elevasi Permukaan Air Sungai," *J. Siliwangi*, vol. 3, no. 1, pp. 149–

- 155, 2024.
- [14] T. Kamila, R. Solihin, N. N. Sari, and M. Griffani, "Penerapan Wireless Sensor Network Untuk Aplikasi Pemantauan Hasil Data Sensor Suhu, Kelembapan, Intensitas Cahaya Dan Curah Hujan Pada Tanaman Berbasis Esp8266 Dan Raspberry Pi," ... *Res. Work.* ..., pp. 4–5, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/2765/2155>
- [15] M. F. R. Kamil, B. Rahmat, and ..., "Perancangan Dan Implementasi Web Server Untuk Pemantauan Kualitas Air Berbasis Iot," *eProceedings* ..., vol. 8, no. 6, pp. 3515–3522, 2023, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/19041%0Ahttps://openlibrarypublication.s.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/19041/18428>