

## **RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN LAHAN GAMBUT BERBASIS *WIRELESS SENSOR NETWORK***

### **DESIGN OF PEATLAND MONITORING SYSTEM BASED ON WIRELESS SENSOR NETWORK**

Ery Murniyasih<sup>1</sup>, Pujianti Wahyuningsih<sup>2</sup>, Syarifah Fitrah Ramadhani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Rekayasa Komputer dan Jaringan, Politeknik Saint Paul Sorong

<sup>2</sup>Sistem Informasi, STMIK Handayani

<sup>3</sup>Sistem Informasi, STMIK Adhi Guna

[ery.murniyasih@gmail.com](mailto:ery.murniyasih@gmail.com), [ujjwahyuningsih@handayani.ac.id](mailto:ujjwahyuningsih@handayani.ac.id), [syarifahfitrah@gmail.com](mailto:syarifahfitrah@gmail.com)

#### **Abstrak**

Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun sebuah sistem pemantauan lahan gambut berbasis sistem komunikasi data antar node sensor menggunakan teknologi Wireless Sensor Network (WSN). Lahan gambut merupakan salah satu bagian dari ekosistem hutan tropis yang sangat rentang terhadap bencana kebakaran sehingga dapat mengakibatkan kerugian bagi masyarakat baik itu secara materil maupun non materil. Pada penelitian ini, kami akan menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi keadaan suhu dan kelembapan udara serta menggunakan sensor soil moisture untuk mengetahui tingkat kelembapan dari lahan gambut tersebut. Selanjutnya, kami menggunakan NodeMCU ESP8266 untuk mengolah data sensor, kemudian mengirimkannya ke internet untuk diolah menggunakan layanan Firebase. Firebase merupakan salah satu platform besutan dari Google yang dapat digunakan untuk menampilkan hasil pengolahan data sensor dalam bentuk online menggunakan aplikasi mobile dan web service. Hasil dari penelitian ini adalah perangkat WSN yang dibangun dapat memberikan informasi keadaan suhu, temperature, dan kelembapan tanah gambut menggunakan jaringan internet sehingga masyarakat dapat memonitoring keadaan suatu lahan gambut secara online menggunakan smartphone.

**Kata kunci : Lahan Gambut, Wireless Sensor Network, Firebase.**

#### **Abstract**

The purpose of this research is to design a peatland monitoring system based on a data communication system between sensor nodes using Wireless Sensor Network (WSN) technology. Peatland is one part of the tropical forest ecosystem which is very vulnerable to fire disasters so it can cause harm to the community, both materially and non-materially. In this study, we will use the DHT11 sensor to detect the temperature and humidity of the environment and use the soil moisture sensor to read the temperature conditions of the peatlands. Next, we use NodeMCU ESP8266 to process the sensor data, then send it to the internet to be processed using Firebase services. Firebase is a platform made by Google that can display the results of sensor data processing in the online form using mobile applications and web services. The result of this research is that the WSN device that was built can provide information on the state of the temperature, humidity, and peat soil condition using the internet network so that the society can monitor the condition of the peatland by online using smartphone.

**Keywords: Peatland, Wireless Sensor Network, Firebase.**

## 1. PENDAHULUAN

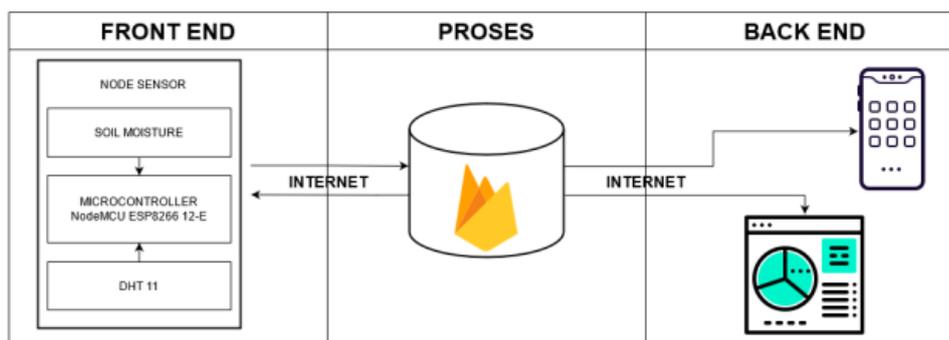
Lahan gambut merupakan bagian dari ekosistem hutan tropis yang terbentuk oleh timbunan materi organik dari sisa-sisa tanaman dan jasad hewan membusuk. Indonesia menjadi pemilik lahan gambut keempat terbesar di dunia dengan luas lahan hingga 26 juta hektar. Lahan gambut memiliki potensi dapat menampung sampai 30% karbon dunia supaya tak terlepas ke atmosfer, juga lahan gambut mampu mencegah perubahan iklim, bencana alam, sampai menjadi penunjang perekonomian warga sekitar. Tetapi, bencana kebakaran lahan gambut sering terjadi di Indonesia sehingga dapat menyebabkan kerugian materi dan non-materi. Pada tahun 2019, 1,6 juta Hektar lahan gambut terbakar serta telah mengakibatkan kerugian hingga 72,9 triliun rupiah. Selain dari kerugian material, adapun kerugian non-material meliputi rusaknya ekosistem, polusi, hingga kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sebuah sistem monitoring lahan gambut berbasis Wireless Sensor Network (WSN) menggunakan layanan Firebase, sehingga diharapkan masyarakat dapat langsung memonitoring keadaan lahan gambut secara online menggunakan layanan smartphone.

Sistem monitoring lahan gambut merupakan salah satu topik penelitian yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti. Prastia et al telah merancang bangun sistem monitoring level muka air tanah yang diaplikasikan pada perkebunan lahan gambut menggunakan SMS sebagai pengirim informasi data berbasis mikrokontroler [1], pada penelitian tersebut, peneliti telah menggunakan sensor ultrasonic untuk mendeteksi ketinggian air, kemudian data sensor di proses menggunakan Arduino Uno, setelah itu mengirim informasi ketinggian air ke masyarakat berbasis SMS menggunakan modul GSM SIM800L. Sistem monitoring dan peringatan dini kebakaran hutan dan lahan gambut berbasis Arduino dengan antarmuka website dan SMS telah dikembangkan oleh Leven et al [2], para peneliti telah menggunakan sensor DHT11 dan sensor MQ7 untuk mendeteksi kebakaran hutan gambut yang diproses menggunakan Arduino Mega. Nugroho et al telah menerapkan sistem monitoring lahan dan analisa neraca air klimatik pertanian yang diaplikasikan pada lahan gambut [3], pada penelitian tersebut, peneliti telah menggunakan 5 buah sensor untuk memonitoring lahan gambut, yaitu sensor radiasi matahari (Pyranometer), sensor arah dan kecepatan angin (anemometer), sensor kelembaban dan suhu udara, sensor hujan, dan sensor kelembaban tanah. Sistem monitor suhu dan kelembapan berbasis cloud pada lahan gambut telah diaplikasikan oleh Prakoso et al [4], para peneliti telah menggunakan teknologi IoT untuk mengirim data lahan gambut ke cloud menggunakan koneksi internet. Selanjutnya, rancang bangun prototype sistem pemantau potensi kebakaran lahan gambut dengan multi sensor telah diteliti oleh Pratama [5], pada penelitian tersebut peneliti telah menggunakan sensor suhu, sensor kelembapan tanah, sensor api, dan sensor gas untuk mendeteksi nyala api, selanjutnya menggunakan aplikasi Blynk yang merupakan salah satu platform IoT untuk mengirim data sensor ke cloud server.

Pada penelitian ini, kami akan menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi keadaan suhu dan kelembapan udara disekitar lahan gambut serta menggunakan sensor soil moisture untuk mengukur tingkat kelembapan dari tanah lahan gambut. Selanjutnya, kami menggunakan NodeMCU ESP8266 untuk membaca data sensor kemudian mengirimkannya ke Internet untuk diolah menggunakan layanan Firebase. Pada Firebase, informasi data sensor akan ditampilkan secara online sehingga masyarakat dapat memonitoring secara langsung keadaan lahan tanah gambut menggunakan smartphone serta melalui website. Diharapkan dari penelitian ini, masyarakat dapat langsung mengambil tindakan ketika terjadi sesuatu hal yang tidak diinginkan dari lahan gambut tersebut seperti pencegahan bencana kebakaran lahan gambut. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam melestarikan lahan gambut sehingga dapat bermanfaat untuk masyarakat yang berada disekitar lahan gambut.

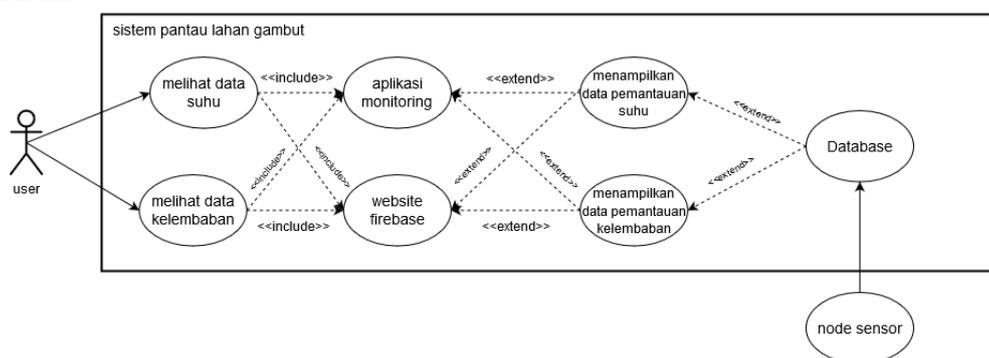
## 2. MATERIAL DAN METODOLOGI

Arsitektur sistem dari penelitian ini tersiri dari tiga bagian, yaitu front end, proses, dan back end. Pada front end, sensor DHT11 akan berperan untuk mengambil data suhu dan kelembapan udara, serta sensor soil moisture untuk mengambil data kelembapan tanah gambut. Sensor DHT11 merupakan sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi suhu dan tingkat kelembapan udara [6], kemudian sensor soil moisture adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah berbasis sinyal analog [7]. Seluruh data sensor yang dihasilkan dari sensor DHT11 dan soil moisture selanjutnya akan diproses pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266, kemudian mengirim seluruh informasi data sensor tersebut ke server cloud melalui internet untuk diolah menggunakan layanan firebase. NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah modul wifi yang dilengkapi dengan GPIO sehingga sangat efisien digunakan untuk mentransfer data sensor ke cloud server menggunakan koneksi internet [8], sedangkan firebase merupakan platform yang digunakan untuk aplikasi berbasis realtime, dimana database yang terdapat pada firebase bersifat non-relational atau NoSQL [9] serta dapat berjalan pada sistem multiplatform seperti Android, iOS dan website [10]. Selanjutnya pada bagian proses, layanan firebase akan menyimpan dan mengolah seluruh data sensor agar dapat ditampilkan secara online menggunakan layanan website. Selanjutnya pada back end, pengguna dapat melihat informasi keadaan suhu dan kelembapan dari lahan gambut secara online menggunakan smartphone, dimana seluruh informasi tersebut ditampilkan menggunakan layanan website. Gambar 1 berikut menampilkan rancangan arsitektur sistem dari penelitian yang kami bangun.



Gambar 1. Arsitektur sistem monitoring lahan gambut berbasis WSN

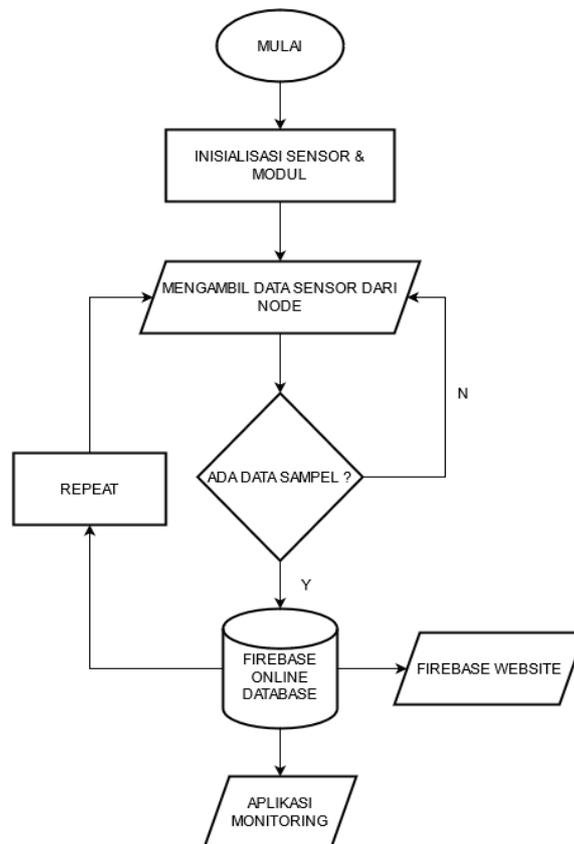
Pada layanan pengguna, kami telah merancang use case diagram yang menampilkan bagaimana cara pengguna dapat menggunakan sistem yang kami bangun sehingga dapat diaplikasikan ke masyarakat. Gambar 2 berikut ini adalah rancangan use case diagram dari penelitian ini.



Gambar 2. Use case diagram

Berdasarkan informasi yang ditampilkan pada use case diagram dapat dilihat bahwa langkah awal yang dilakukan pada sistem adalah mengirim seluruh informasi data sensor DHT11 dan soil moisture ke database firebase menggunakan koneksi internet. Selanjutnya, data sensor yang di simpan pada database akan diolah menggunakan layanan firebase agar dapat menampilkan data pemantauan suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah gambut. Selanjutnya, seluruh data sensor yang telah diolah oleh firebase kemudian akan ditampilkan menggunakan layanan website dan aplikasi monitoring, setelah itu user atau pengguna dapat melihat informasi data suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah gambut menggunakan smartphone.

Pada perancangan sistem, kami telah mendesain flowchart sistem sehingga data suhu dan kelembapan yang dikirim dari sensor dapat ditampilkan secara online menggunakan website. Gambar 3 berikut ini adalah flowchart dari penelitian yang kami bangun.

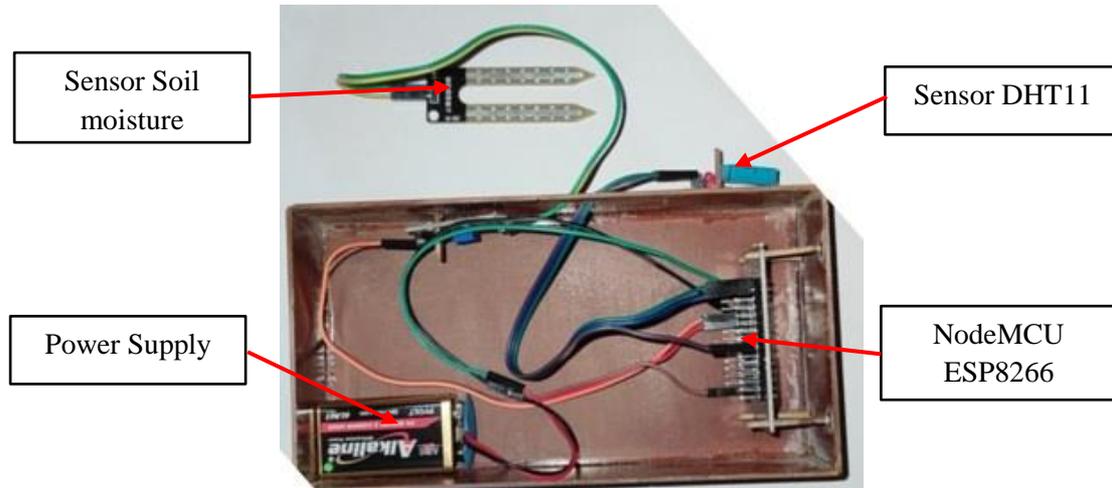


Gambar 3. Flowchart sistem

Berdasarkan flowchart yang ditampilkan pada gambar 3 dapat dilihat bahwa langkah awal yang dilakukan oleh sistem yang dibangun adalah menginisialisasi seluruh sensor dan modul agar dapat mendeteksi suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah, selanjutnya mengambil data sensor dari node. Setelah mengambil data sensor, selanjutnya sistem akan melihat data tersebut, jika terdapat sample data, maka data sensor akan disimpan di database firebase, jika tidak, maka sistem akan kembali mengambil data sensor yang dikirim dari NodeMCU ESP8266. Selanjutnya, data sensor yang tersimpan pada database firebase akan ditampilkan menggunakan website serta aplikasi monitoring, dimana data sensor yang ditampilkan adalah berupa data suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah. Seluruh informasi data tersebut dapat diakses menggunakan smartphone dan komputer.

### 3. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, kami telah membangun sebuah sistem monitoring lahan gambut berbasis WSN yang dapat diakses menggunakan website dan smartphone. Kami telah merancang perangkat keras yang digunakan untuk memonitoring lahan gambut, yaitu NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, sensor soil moisture, dan catu daya. Gambar 3 berikut ini adalah hasil perancangan perangkat keras yang telah kami bangun.



Gambar 4. Hasil desain perangkat keras

Dalam penerapan perangkat monitoring lahan gambut yang telah dibangun, kami telah melakukan beberapa tahapan ujicoba, yaitu ujicoba pengiriman data sensor dari NodeMCU ESP8266 ke database firebase, pengujian pengambilan data sampel tanah gambut, dan pengujian jarak node sensor. Tabel 1 berikut ini memperlihatkan hasil ujicoba pengiriman data sensor dari NodeMCU ESP8266 ke database firebase.

Tabel 1. Hasil pengujian pengiriman data sensor

No	Time(s)	HUM	TMP	Soil	Status
1	2.764	58%	38°C	16%	PASSED
2	2.797	58%	38°C	16%	PASSED
3	2.730	58%	38°C	16%	PASSED
4	2.643	58%	38°C	16%	PASSED
5	2.714	58%	38°C	16%	PASSED
6	2.601	58%	38°C	16%	PASSED
7	2.484	58%	38°C	16%	PASSED
8	2.304	58%	38°C	16%	PASSED
9	2.148	58%	38°C	16%	PASSED
10	2.038	58%	38°C	16%	PASSED

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 1 dapat dilihat bahwa dari 10 sampel pengiriman data ujicoba, rata-rata delay pengiriman data dari NodeMCU ESP8266 ke database firebase adalah selama 2 detik. Ini menunjukkan bahwa perangkat yang kami bangun telah berhasil mengirim data sensor DHT11 dan soil moisture ke data base firebase menggunakan koneksi internet. Pada pengujian selanjutnya, kami menguji pengiriman data sampel monitoring keadaan tanah lahan gambut setiap 1 jam. Pada saat melakukan ujicoba ini, kami menguji pada saat lahan gambut dalam keadaan basah dan kering. Tabel 2 berikut ini memperlihatkan hasil ujicoba pengiriman data sampel lahan gambut saat kondisi kering dan basah.

Tabel 2. Hasil pengujian monitoring lahan gambut setiap 1 jam pada saat kondisi lahan gambut dalam keadaan basah dan kering.

Data ke-	Air(ml)	Hum(%)	Temp(°C)	Soil(%)	waktu(s)
1	0	75	32	12	3600
2	100	75	32	69	3600
3	200	76	32	71	3600
4	300	80	32	72	3600
5	400	81	31	74	3600

Berdasarkan hasil ujicoba yang ditampilkan pada tabel 2 dapat dilihat bahwa penelitian yang kami bangun telah berhasil mendeteksi kondisi lahan tanah gambut ketika dalam kondisi basah dan kering, kemudian mengirim data sensor tersebut ke database firebase. Langkah selanjutnya yang kami lakukan adalah menguji efektifitas pengiriman data node sensor ke pusat layanan akses point yang digunakan untuk mengirim data sensor. Tabel 3 berikut ini memperlihatkan hasil ujicoba pengiriman data sensor dari node sensor ke akses point.

Tabel 2. Hasil pengujian pengiriman data sensor dari node sensor ke akses point

UJI KE-	Jarak (m)	Delay (s)	Hasil Uji
1	5	2.101	Terkirim
2	10	2.815	Terkirim
3	20	3.427	Terkirim
4	50	9.488	Terkirim
5	100	REFUSED	Gagal

Berdasarkan hasil ujicoba pengiriman data dari node sensor ke akses point, dapat dilihat bahwa perangkat monitoring yang kami bangun optimal dapat mengirim data sensor pada jarak maksimal hingga 20 meter. Jika melebihi jarak 50 meter, perangkat node sensor yang kami bangun tidak dapat mengirim data ke akses point. Pada penelitian ini, kami juga telah melakukan ujicoba perangkat lunak untuk menampilkan data sensor pada smartphone. Gambar 5 berikut ini adalah hasil ujicoba menampilkan data lahan gambut pada smartphone.



Gambar 5. Hasil ujicoba menampilkan data sensor pada smartphone

Berdasarkan hasil ujicoba aplikasi yang ditampilkan pada gambar 5 dapat dilihat bahwa perangkat WSN yang kami bangun telah berhasil mengirim informasi keadaan tanah lahan gambut ke pengguna menggunakan koneksi internet. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat monitoring lahan gambut yang kami bangun efektif dapat memberikan informasi keadaan suhu lingkungan, kelembaban udara, serta kelembaban tanah gambut kepada pengguna atau user.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian sistem monitoring keadaan lahan gambut berbasis Wireless Sensor Network (WSN) telah berhasil diaplikasikan pada penelitian ini. Kami telah menggunakan layanan firebase sebagai database non-relational untuk menyimpan informasi data sensor kemudian menampilkannya ke aplikasi dan website pada smartphone. Adapun sensor yang kami gunakan pada penelitian ini adalah sensor DHT11 untuk mendeteksi keadaan suhu lingkungan dan kelembaban tanah serta sensor soil moisture untuk membaca kelembaban tanah lahan gambut. Hasil ujicoba penelitian yang kami terapkan pada penelitian ini adalah perangkat monitoring WSN yang kami bangun berhasil mengirim data sensor ke database firebase dengan rata-rata pengiriman data selama 2 detik, kemudian sensor perangkat WSN yang dibangun dapat membaca kondisi perubahan tanah gambut pada saat basah dan kering setiap 1 jam, serta perangkat yang kami bangun efektif dapat mengirim data sensor dan node sensor ke akses point dengan jarak maksimal 20 meter.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prastia I.W.E, Wijaya I.W.A., dan Sukerayasa I.W. 2019. "Rancang Bangun Monitoring Level Muka Air Tanah di Perkebunan Lahan Gambut Menggunakan SMS Sebagai Pengirim Informasi Data Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal SPEKTRUM*, Vol.6, No.3.
- [2] Leven T.S, Rismawan T, dan Nirmala I. 2017. "Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Website dan Short Message Service (SMS)," *Jurnal Coding*, Vol.5, No.3, hal 72-79.
- [3] Nugroho B.D.A, Utami S.N.H, dan Purwanto B.H. 2019. "Penerapan Sistem Monitoring Lahan dan Analisa Neraca Air Klimatik Pertanian di Lahan Gambut," *Agritech*, Vol.39, No.2, hal 108-116.
- [4] Prakoso S.Y, Harnawan A.G, Mazdadi M.I, dan Pambudi Y. 2022. "Sistem Monitor Suhu dan Kelembapan Berbasis Cloud pada Lahan Gambut," *Jurnal Fisika Flux*, Vol.19, No.1, hal 60-67.
- [5] Pratama A dan Mulyadi. 2020. "Rancang Bangun Prototype Sistem Pemantau Potensi Kebakaran Gambut dengan Multi Sensor," *J-Eltrik*, Vol.2, No.2.
- [6] Suparno I.W dan Jalil A. 2021. "Implementasi Sensor Multi-Modal Menggunakan Raspberry Pi dan Robot Operating System Pada Sistem Keamanan Rumah," *Jurnal Electro Luceat*, Vol.7, No.2.
- [7] Husdi, H. 2018. "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc-28 Dan Arduino Uno," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, Vol.10, No.2, pp 237-243. doi:<https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.315.237-243>.
- [8] Wicaksono M.F. 2017. "Implementasi Modul Wifi NodeMCU ESP8266 Untuk Smart Home," *Jurnal Teknik Komputer Unikom*, Vol.6, No.1.
- [9] Sanadi E.A.W, Achmad.A, dan Dewiani. 2018. "Pemanfaatan Realtime Database di Platform Firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupaten Nabire," *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, Vol.22, No.1.
- [10] Maulana I.F. 2020. "Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi E-Tilang Smartphone Berbasis Mobile Android," *Jurnal RESTI*, Vol.4, No.5.