

# Perancangan IoT Monitoring Lingkungan Berbasis *Wireless Sensor Network (WSN)* Dengan Menerapkan *Multi Sensor Network (MSN)*

Rega Dhiwastu Prasetya<sup>\*1)</sup>, Indrastanti Ratna Widiyasari<sup>2)</sup>

1. Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia
2. Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia

## Article Info

**Kata Kunci:** *iot, wireless sensor network, multi sensor network, monitoring, Blynk*

**Keywords:** *iot, wireless sensor network, multi sensor network, monitoring, Blynk*

## Article history:

Received 11 October 2024  
Revised 10 November 2024  
Accepted 2 December 2024  
Available online 1 March 2025

## DOI :

<https://doi.org/10.29100/jupi.v10i1.6040>

\* Corresponding author.

Rega Dhiwastu Prasetya

E-mail address:

[dhiwastu@gmail.com](mailto:dhiwastu@gmail.com)

## ABSTRAK

Paper ini menerapkan IoT berbasis *Wireless Sensor Network* sebagai monitoring lingkungan yang juga menerapkan sistem *Multi Sensor Network* yang bisa diakses secara *real-time*. Sistem penelitian ini dirancang dengan menggunakan perangkat elektronik modul sensor DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembapan, modul sensor MQ135 sebagai sensor gas, modul *Flame Sensor* sebagai pendeteksi api, modul sensor SW420 untuk mendeteksi adanya getaran, modul *Raindrops Sensor* sebagai sensor curah hujan untuk mendeteksi adanya hujan, serta board ESP32 sebagai mikrokontroler pengontrol pada program. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah Research and Development dengan merancang bangun perangkat *Wireless Sensor Network* sebagai perangkat monitoring lingkungan dengan pembacaan menggunakan beberapa sensor secara *real-time* menggunakan jaringan internet. Kinerja dari sensor tersebut adalah mengumpulkan data di lingkungan sekitar dan dikirimkan ke mikrokontroler serta akan ditampilkan melalui aplikasi Blynk IoT. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam pemantauan kondisi lingkungan secara efisien dan efektif, memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan untuk analisis lebih lanjut.

## ABSTRACT

*This paper applies IoT-based Wireless Sensor Network for environmental monitoring, also implementing a Multi Sensor Network system that can be accessed in real-time. The research system is designed using electronic device modules such as the DHT22 sensor for temperature and humidity, the MQ135 sensor for gas detection, the Flame Sensor for fire detection, the SW420 sensor for vibration detection, the Raindrops Sensor for rainfall detection, and the ESP32 board as the controlling microcontroller. The method used in this research is Research and Development, by designing and building a Wireless Sensor Network device as an environmental monitoring device with real-time readings using the internet network. The performance of these sensors is to collect data from the surrounding environment and send it to the microcontroller, which will be displayed through the Blynk IoT application. This system is expected to assist in monitoring environmental conditions efficiently and effectively, providing accurate and reliable data for further analysis.*

## I. PENDAHULUAN

Kadaan lingkungan sangat penting untuk menjadi tolak ukur untuk kegiatan sehari-hari masyarakat. Lingkungan yang bersih dan sehat mendukung kesehatan fisik dan mental serta mencegah penyebaran penyakit[1]. Adanya polusi dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti penyakit pernapasan dan gangguan pencernaan[2]. Perubahan cuaca yang tidak tentu juga dapat mempengaruhi kesehatan manusia[3], dengan cuaca ekstrem seperti panas berlebih atau dingin yang ekstrem dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti dehidrasi, *heatstroke*, atau hipotermia. Penyakit tertentu juga lebih sering muncul atau menyebar pada kondisi cuaca tertentu, seperti demam berdarah yang meningkat pada saat musim hujan[4]. Cuaca yang baik sangat berguna bagi masyarakat, karena dengan cuaca yang cerah dan nyaman masyarakat dapat beraktifitas di luar ruangan tanpa perlu khawatir[5].

Kondisi lingkungan yang tak terduga seperti kebakaran, tanah longsor, serta gempa sangat mengkhawatirkan masyarakat[6]. Meningkatkan kesadaran dan kesiapan dalam menghadapi bencana sangat penting untuk

mengurangi risiko dan dampak negatif yang ditimbulkan[7]. Oleh karena itu monitoring lingkungan diperlukan untuk masyarakat dapat mengetahui keadaan di lingkungan sekitarnya, serta dapat meningkatkan rasa aman bagi masyarakat.

Revolusi teknologi telah mengantarkan manusia ke era digital yang kompleks dan terkoneksi[8], seperti yang terwujud dalam konsep *Internet of Things (IoT)*. IoT bertujuan untuk memanfaatkan konektivitas internet secara terus-menerus guna mengaktifkan berbagai kemampuan seperti berbagi data dan kontrol jarak jauh[9]. Inovasi seperti internet, komputasi awan, kecerdasan buatan, dan teknologi nirkabel memungkinkan pemantauan lingkungan dengan lebih efisien melalui pengukuran jarak jauh[10][11]. *Wireless Sensor Network (WSN)* merupakan salah satu inovasi yang terdiri dari jaringan nirkabel yang menghubungkan beberapa node untuk mengumpulkan dan mengirimkan data lingkungan secara *real-time*[12]. Pengembangan lebih lanjut dari WSN adalah *Multi Sensor Network (MSN)*, yang mengintegrasikan beberapa sensor dalam satu node untuk meningkatkan akurasi pengukuran[13].

Penelitian tentang *Wireless Sensor Network (WSN)* untuk monitoring lingkungan telah banyak dilakukan sebelumnya. Asep Andang dan Nurul Hiron (2015) fokus pada implementasi komunikasi data pada WSN serta perbandingan sensor suhu dan kelembaban, menggunakan modul SHT10, DHT22, dan Krisbow KW06-797, dengan komunikasi data via SMS *gateway*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor SHT10 lebih stabil dalam pengukuran suhu dan kelembaban[14]. Terlihat bahwa penggunaan SMS *gateway* kurang menarik dalam penampilan data dan terkadang dianggap ketinggalan zaman atau kurang terupdate. Tarmidi, Ahmad taqwa, dan Ade Silvia Handayani (2019) menerapkan WSN untuk monitoring lingkungan menggunakan sensor DHT11, MQ7, YL-83, dan modul GSM 900A, dengan data ditampilkan melalui aplikasi android[15]. Melalui penelitian tersebut dapat ditingkatkan dengan menambahkan beberapa sensor yang mencakup untuk kebutuhan monitoring lingkungan. Ade Silvia Handayani dkk (2020) membuat penelitian sistem monitoring kualitas udara dengan *Multi Sensor Network (MSN)* menggunakan Raspberry Pi dan beberapa sensor (Tgs2442, MG811, Tgs2611, Sharp GP2Y1010, DHT11) serta modul GPS Neo-6M, dengan konversi nilai analog ke digital menggunakan ADC ADS1115. Sistem ini mampu mengukur berbagai gas polutan secara *real-time*[16]. Penelitian hanya focus pada pengukuran kualitas udara tetapi dapat diambil konsep *Multi Sensor Network* sebagai monitoring lingkungan. Mukhamad Nurkamid dan Anteng Widodo (2021) menerapkan WSN untuk monitoring gas, curah hujan, suhu, dan kelembaban dengan akses internet *real-time* menggunakan sensor MQ9, DHT22, MQ135, dan mikrokontroler ESP-WROOM-32, dengan hasil sensor ditampilkan melalui LCD dan web server[17]. Dari penelitian tersebut kurang efektif karena masih menggunakan web server sehingga kurang fleksibel dalam penggunaannya.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini membangun sebuah perangkat IoT yang mampu memonitor berbagai parameter lingkungan, termasuk kualitas udara, curah hujan, suhu, kelembaban, getaran atau gempa bumi, dan kebakaran, sehingga dapat menyediakan informasi holistik mengenai kondisi lingkungan masyarakat. Penelitian ini mengembangkan serta menggabungkan beberapa sensor yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Dalam konteks *Internet of Things (IoT)*, penelitian ini bertujuan merancang perangkat monitoring lingkungan berbasis WSN dengan teknologi MSN. Perangkat ini akan mengukur berbagai parameter lingkungan menggunakan sensor MQ135, DHT22, *Flame Sensor*, SW420, dan *Raindrops Sensor*. Data dari sensor-sensor ini akan dikirimkan ke *smartphone* secara *real-time* menggunakan aplikasi android. Dengan menggunakan sensor yang telah diuji dengan baik dan memiliki harga terjangkau, penelitian ini menciptakan solusi yang efektif dan ekonomis dalam pengembangan sistem monitoring lingkungan.

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* yang merupakan proses atau tahapan untuk menghasilkan dan mengembangkan suatu produk baru untuk disempurnakan atau menciptakan suatu teknologi baru dari produk yang telah ada[18]. Dalam penelitian ini akan digunakan metode R&D yang melibatkan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Desain dan Pengembangan

Tahap awal pengembangan sistem melibatkan proses dan perancangan desain yang cermat untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan yang diinginkan dengan baik.

2. Perancangan Perangkat Keras

Setelah desain awal selesai, perangkat keras dirancang sesuai dengan rencana yang telah disusun. Dengan menggunakan beberapa komponen seperti :

- a. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Perbedaan utamanya, ESP32 ini terdiri dari *dual-core* sedangkan ESP8266 masih menggunakan *single-core*.

Mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan chip mikrokontroler serta memiliki *bluetooth* dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel.

b. DHT22

Modul DHT22 merupakan sensor suhu dan kelembaban yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dalam suatu lingkungan. Modul DHT22 ini jauh lebih akurat dibanding pendahulunya yaitu DHT11. Sensor ini menghasilkan sinyal digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler.

c. MQ135

Modul MQ135 disebut sebagai *air quality control sensor*, karena punya fungsi dan cakupan yang luas untuk mendeteksi kualitas udara dari gas yang mencemari lingkungan atau membahayakan kesehatan misalnya amonia, nitrogen oksida, butana, alkohol, benzena, asap, dan karbon dioksida.

d. SW420

Modul SW420 adalah sensor pendeteksi getaran atau sensor pendeteksi guncangan yang digunakan untuk mendeteksi getaran atau guncangan dalam suatu lingkungan.

e. Flame Sensor

Modul *Flame Sensor* merupakan sensor yang mempunyai fungsi sebagai pendeteksi nyala api dalam suatu lingkungan. Sensor ini menggunakan *infrared* sebagai transduser dalam mensensing kondisi nyala api.

f. *Raindrops Sensor*

Modul *Raindrops Sensor* adalah perangkat sensor yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur curah hujan atau tetesan air. Dimana data yang dihasilkan dikonverikan ke sinyal *output* digital dan analog.

g. Baterai 18650

Baterai digunakan sebagai sumber daya utama agar dapat beroperasi secara mandiri tanpa perlu terhubung dengan sumber daya listrik eksternal.

h. Saklar

Saklar digunakan untuk memutus arus dari baterai ketika sedang tidak dinyalakan.

i. Box

Box digunakan untuk tempat atau wadah dari semua komponen agar lebih rapi dan solid.

3. Perancangan Perangkat Lunak

Selanjutnya, perangkat lunak yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem dirancang dan dikembangkan menggunakan aplikasi Blynk IoT. Aplikasi ini digunakan untuk menampilkan hasil dari bacaan sensor secara visual dan interaktif. Sementara itu, pengembangan dan pemrograman sensor-sensor dilakukan menggunakan Arduino IDE, yang memungkinkan untuk menyesuaikan fungsi dan respons sensor sesuai kebutuhan sistem.

4. Pengujian

Dilakukan tahap uji coba perangkat monitoring lingkungan yang telah dikembangkan dengan cara menjalankan semua node untuk memastikan bahwa sensor-sensor dapat membaca dan menampilkan output sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Uji coba ini bertujuan untuk menguji kelayakan dan kinerja sistem secara keseluruhan, serta memvalidasi fungsi sensor-sensor dalam menghasilkan data yang akurat sesuai dengan tujuan monitoring lingkungan yang telah ditetapkan.

5. Evaluasi

Melakukan evaluasi terhadap rancangan yang telah diimplementasikan mencakup uji kinerja alat untuk memastikan apakah alat tersebut dapat berfungsi sesuai dengan program yang sudah dibuat dan apakah sudah bekerja dengan baik atau tidak. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai efektivitas dan keandalan alat dalam menjalankan tugas-tugas yang telah ditentukan, serta mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan atau peningkatan. Jika tidak ditemukan kendala atau masalah, proses akan lanjut ke tahap diseminasi akhir.

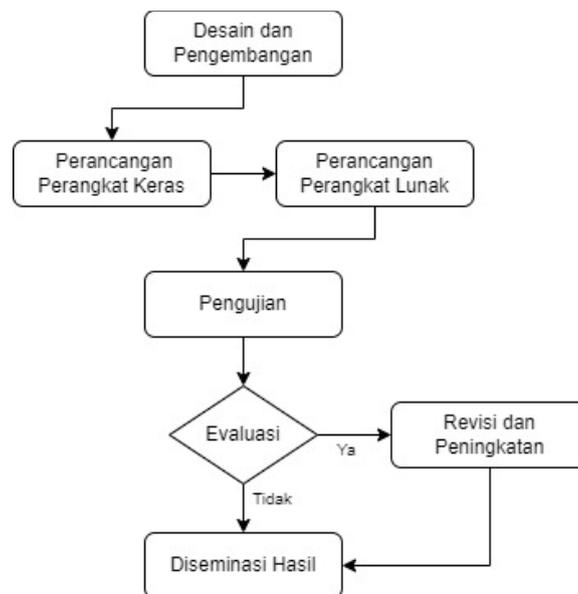
6. Revisi dan Peningkatan

Berdasarkan hasil evaluasi, akan dilakukan revisi terhadap perangkat monitoring lingkungan dan melakukan perbaikan atau peningkatan jika terdapat kendala atau masalah pada tahap pengujian berdasarkan temuan dari tahap pengujian. Tahap ini bisa melibatkan iterasi atau siklus pengembangan ulang, yang berarti proses pengembangan akan diulang dan disesuaikan sesuai temuan dari tahap

pengujian. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat monitoring lingkungan berfungsi secara optimal dan dapat diandalkan.

#### 7. Diseminasi Hasil

Pada tahap ini, hasil dari pengembangan dan pengujian disebarluaskan atau dipublikasikan kepada masyarakat ilmiah atau pemangku kepentingan lainnya. melalui media publikasi jurnal. Publikasi jurnal menjadi sarana yang penting untuk memvalidasi dan mendiskusikan kemajuan teknologi, serta memperluas pengaruh dan pemahaman tentang aplikasi sistem monitoring lingkungan yang telah dikembangkan.



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

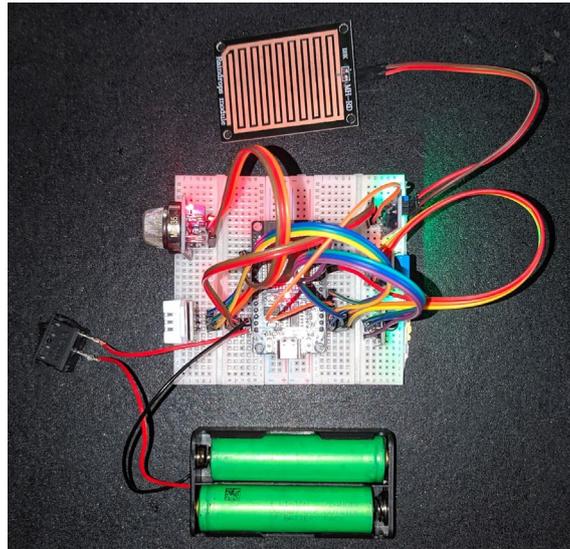
#### A. Desain dan Pengembangan

Pada tahap ini, akan dilakukan perancangan modul-modul sensor, termasuk DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban, MQ135 sebagai sensor gas, SW420 sebagai sensor getaran, Flame Sensor sebagai pendeteksi api, dan Raindrops Sensor sebagai pendeteksi curah air. Dari berbagai pilihan modul sensor yang tersedia di pasaran, sensor-sensor tersebut dipilih karena biayanya yang terjangkau sehingga lebih efisien dan beberapa di antaranya telah teruji baik serta terbukti layak dalam kemampuannya sebagai sensor untuk monitoring, seperti yang telah dilakukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian ini berfokus pada peningkatan kemampuan sistem dalam memonitor berbagai parameter lingkungan secara lebih luas serta kemampuan untuk mengirimkan pesan notifikasi langsung ke *smartphone*. Data dari semua sensor tersebut akan dimasukkan ke dalam mikrokontroler ESP32 dan diprogram menggunakan Arduino IDE untuk menciptakan perangkat IoT dengan *Multi Sensor Network (MSN)* untuk monitoring lingkungan. Hasil monitoring tersebut akan ditampilkan melalui aplikasi bernama Blynk IoT.

Uji coba sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki potensi kesalahan atau malfungsi sebelum sistem dioperasikan sepenuhnya. Penyesuaian mungkin diperlukan untuk mengoptimalkan kinerja dan memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan sebelum disebarluaskan melalui diseminasi hasil.

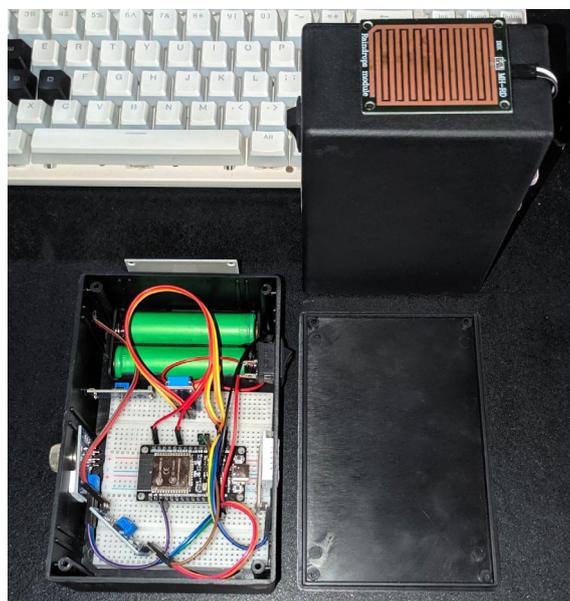
#### B. Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap perakitan perangkat keras, komponen utama yang digunakan meliputi ESP32, DHT22, MQ135, SW420, *Flame Sensor*, *Raindrops Sensor*, baterai, dan saklar. Setiap sensor ini harus terhubung dengan ESP32. Proses perakitan dimulai dengan menyambungkan masing-masing komponen ke pin yang sesuai pada ESP32. Tahap ini membutuhkan waktu untuk memahami pin yang sesuai dan cocok untuk dihubungkan, karena jika tidak sesuai, sensor atau komponen lainnya dapat rusak saat dinyalakan. Diperlukan pemahaman yang tepat untuk menghindari kerusakan pada sistem.



Gambar 2. Rangkaian Perangkat

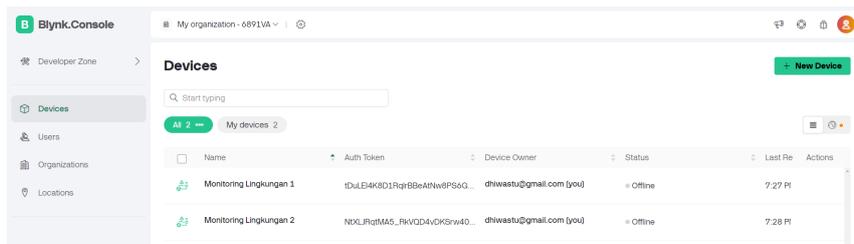
Setelah semua komponen terhubung dengan baik, dibuat juga rangkaian yang sama agar menjadi dua rangkaian yang berfungsi sebagai node kedua. Box digunakan untuk menempatkan atau mengemas semua komponen agar sistem lebih terorganisir, terlindungi, dan kokoh secara fisik. Dengan menggunakan box atau wadah yang tepat, seperti casing atau enclosure, dapat menjaga komponen-komponen elektronik dari kerusakan mekanis, debu, dan kelembaban, serta memberikan tampilan yang lebih estetik. Selanjutnya perangkat keras ini kemudian disusun dan dirangkai menjadi perangkat *transmitter* yang solid dan fungsional, yang siap untuk mendukung tujuan dari pembuatan Perancangan IoT Monitoring Lingkungan Berbasis *Wireless Sensor Network (WSN)* Dengan Menerapkan *Multi Sensor Network (MSN)*.



Gambar 3. Hasil Instalasi Node 1 dan Node 2

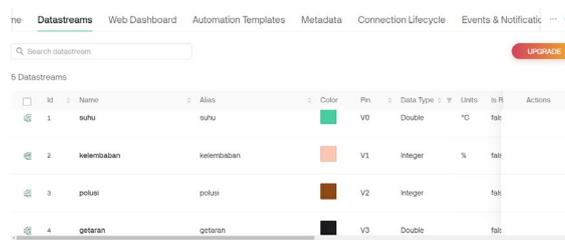
### C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan ini membutuhkan perangkat lunak berupa aplikasi Blynk IoT. Dalam penelitian ini, aplikasi Blynk IoT digunakan sebagai penerima dan penampil data dari kedua node atau bisa disebut *receiver*. Blynk IoT adalah sebuah platform *Internet of Things (IoT)* yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras IoT dengan platform IoT tanpa menggunakan kabel[19]. Dengan menggunakan platform ini dapat mengontrol dan memonitor perangkat keras dari jarak jauh secara *wireless*.



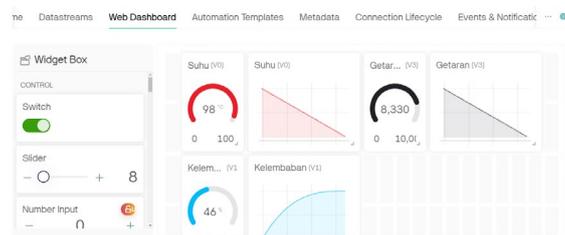
Gambar 4. Web Blynk Console

Langkah pertama dimulai dengan menyambungkan email untuk menginisiasi proses, diikuti dengan pembuatan dua *device* yang diberi nama Monitoring Lingkungan 1 dan Monitoring Lingkungan 2 yang dapat dilihat pada Gambar 4. Selanjutnya, dilanjutkan dengan pembuatan lima *datastream* yang mencakup suhu, kelembaban, polusi, getaran, dan api, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 5.

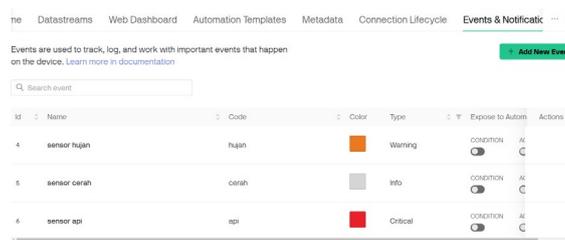


Gambar 5. Pembuatan Datastream Blynk Console

Setelah itu, fokus beralih ke pembuatan tampilan *web dashboard*, di mana *Widget Gauge* dan *Chart* dari Blynk Console diintegrasikan sesuai dengan Gambar 6. Langkah berikutnya adalah implementasi *event* untuk mengirimkan notifikasi ke *smartphone*. Ini meliputi empat *event* yang dirancang untuk sensor hujan, sensor cerah, sensor api, dan sensor getar, sebagaimana terlihat dalam Gambar 7.



Gambar 6. Pembuatan Dashboard Blynk Console



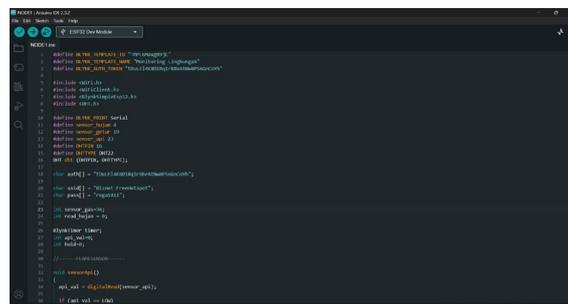
Gambar 7. Pembuatan Event Blynk Console

Setelah selesai mengatur konfigurasi pada Blynk Console, langkah berikutnya adalah mengunduh dan menyambungkan email yang sama ke aplikasi Blynk IoT di *smartphone*. Setelah itu, proses dilanjutkan dengan membuat tampilan *dashboard* untuk kedua node pada *smartphone*, sesuai dengan tampilan yang terlihat dalam Gambar 8. Dengan langkah-langkah ini, proses pembuatan Blynk IoT berhasil diselesaikan secara menyeluruh.



Gambar 8. Tampilan Dashboard Blynk IoT Node 1 dan Node 2

Untuk membangun sistem menggunakan ESP32, diperlukan aplikasi yang disebut Arduino IDE[20]. Aplikasi ini berfungsi sebagai platform untuk menulis, mengunggah, dan menguji program yang akan dijalankan pada mikrokontroler ESP32. Program yang dibuat dalam Arduino IDE bertujuan untuk mengukur dan menampilkan data dari berbagai sensor yang terhubung dengan ESP32. Dengan menggunakan bahasa pemrograman C/C++, kode program tersebut memungkinkan ESP32 untuk berinteraksi dengan sensor-sensor, mengolah data yang diterima, dan mengirimkan hasilnya untuk ditampilkan ke aplikasi Blynk IoT.



Gambar 9. Aplikasi Arduino IDE Beserta Kode Program

#### D. Pengujian Sistem

Setelah perangkat keras dan perangkat lunak disatukan, desain dan pembangunan sistem IoT untuk monitoring lingkungan harus berfungsi dengan baik dan bebas dari kesalahan atau error. Oleh karena itu, diperlukan pengujian sistem untuk memastikan tidak terjadi kesalahan saat implementasi. Pengujian sistem merupakan serangkaian tes yang berbeda-beda dengan tujuan untuk mengevaluasi apakah sistem yang dibangun sudah optimal, mengidentifikasi kekurangan yang ada, serta memastikan semua fungsi bekerja dengan baik atau tidak.

##### 1) Uji Suhu dan Kelembaban

Dalam pengujian suhu dan kelembaban, sensor DHT22 ditutup menggunakan jari tangan. Penutupan sensor dengan jari menciptakan lingkungan yang lebih hangat dan lembap dibandingkan dengan kondisi sekitar yang sebenarnya, sehingga sensor DHT22 mencatat perubahan parameter tersebut. Jika suhu dan kelembaban mengalami perubahan nilai dari kondisi awal ketika sensor DHT22 ditutup dengan jari tangan dan kemudian dilepaskan, maka pengujian dianggap berhasil.



Gambar 10. Uji Suhu dan Kelembaban Naik Node 1



Gambar 11. Uji Suhu dan Kelembaban Naik Node 2

Pada Gambar 10 dan Gambar 11 terlihat bahwa ketika jari tangan ditempelkan ke sensor, terjadi kenaikan suhu pada node pertama dan node kedua. Suhu pada node pertama awalnya 30,2°C naik menjadi 31,6°C, sedangkan pada node kedua, suhu awalnya 29,6°C naik menjadi 30,3°C. Kelembaban pada kedua node juga meningkat, dari 65% pada node pertama menjadi 90%, dan dari 65% pada node kedua menjadi 91%. Perubahan kenaikan suhu yang terjadi saat sensor DHT22 ditutup dengan jari disebabkan oleh beberapa faktor. Jari manusia memiliki suhu yang lebih tinggi daripada udara sekitarnya, sehingga saat menutupi sensor, panas dari jari dapat mempengaruhi pembacaan sensor DHT22 dan menyebabkan nilai suhu yang lebih tinggi. Perubahan ini juga dapat dilihat dari grafik yang berada di pojok kanan kedua gambar tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DHT22 merespons perubahan kondisi lingkungan dengan benar, menunjukkan peningkatan suhu dan kelembaban saat sensor ditutup dengan jari.



Gambar 12. Uji Suhu dan Kelembaban Turun Node 1



Gambar 13. Uji Suhu dan Kelembaban Turun Ndoe 2

Pada Gambar 12 dan Gambar 13 terlihat bahwa ketika jari tangan dilepaskan dari sensor, terjadi kenaikan suhu pada node pertama dan node kedua. Suhu pada node pertama yang awalnya 31,6°C naik menjadi 31,8°C, sedangkan pada node kedua, suhu awalnya 30,3°C naik menjadi 30,8°C. Sebaliknya, kelembaban pada kedua node mengalami penurunan, dari 90% pada node pertama turun menjadi 64%, dan dari 91% pada node kedua turun menjadi 64%. Ini menunjukkan bahwa pengukuran kelembaban berubah lebih cepat dibandingkan dengan pengukuran suhu, yang justru cenderung naik atau tetap stabil. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DHT22 merespons perubahan kondisi lingkungan dengan benar, menunjukkan perubahan suhu dan kelembaban saat jari dilepaskan dari sensor. Dengan demikian, hasil pengujian dinyatakan berhasil menunjukkan keandalan dan akurasi sensor dalam mengukur parameter suhu dan kelembaban.

## 2) Uji Polusi

Dalam pengujian polusi udara, Proses pengujian ini melibatkan penyemprotan gas dari korek api ke arah sensor MQ135. Ketika gas dari korek api menyentuh sensor, akan terjadi peningkatan konsentrasi gas yang terdeteksi oleh sensor tersebut. Hal ini mengakibatkan nilai yang terbaca pada sensor MQ135 naik, menunjukkan adanya peningkatan polusi udara. Jika mengalami perubahan nilai polusi dari kondisi awal ketika sensor MQ135 disemprotkan gas dari korek api, maka pengujian dianggap berhasil.



Gambar 14. Uji Polusi Node 1



Gambar 15. Uji Polusi Ndoe 2

Pada Gambar 14 dan Gambar 15 terlihat bahwa ketika gas disemprotkan ke sensor, terjadi kenaikan signifikan dalam konsentrasi polusi pada node pertama dan node kedua. Konsentrasi polusi pada node pertama yang

awalnya berada di angka 519 meningkat tajam menjadi 2310. Sementara itu, pada node kedua, konsentrasi awalnya yang sebesar 830 melonjak hingga mencapai 3014. Peningkatan ini menunjukkan respon sensor yang efektif terhadap penyemprotan gas, mencerminkan peningkatan drastis dalam level polusi yang terdeteksi oleh kedua node. Perubahan konsentrasi yang terdeteksi oleh sensor MQ135 terjadi karena gas tersebut mengandung senyawa kimia yang menciptakan polusi, yaitu butana. Hal ini menunjukkan bahwa sensor MQ135 merespons perubahan kondisi lingkungan dengan benar dan menunjukkan perubahan nilai konsentrasi kualitas udara. Dengan demikian, hasil pengujian berhasil menunjukkan keandalan dan akurasi sensor dalam mengukur parameter polusi.

### 3) Uji Getaran

Dalam pengujian getaran ini, kedua node digoyangkan untuk memastikan sensor SW420 mampu mendeteksi adanya getaran atau guncangan. Pengujian ini dianggap berhasil jika saat sensor merasakan getaran, nilai yang terbaca akan meningkat secara akurat menunjukkan adanya perubahan intensitas getaran. Informasi ini kemudian dikirimkan ke Blynk IoT, yang pada akhirnya akan mengirimkan notifikasi ke *smartphone*.



Gambar 16. Uji Getaran Node 1

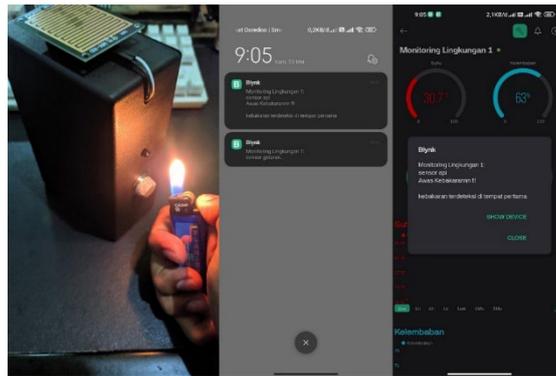


Gambar 17. Uji Getaran Node 2

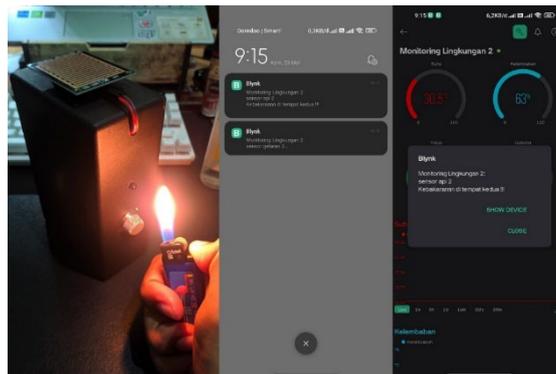
Pada Gambar 16 dan Gambar 17 terlihat bahwa ketika node digoyangkan atau diberikan guncangan, terjadi kenaikan signifikan dalam nilai getaran pada node pertama dan node kedua. Nilai getaran pada node pertama yang awalnya berada di angka 0 meningkat tajam menjadi 2184 dan bahkan mencapai 10000. Sementara itu, pada node kedua, nilai awalnya yang sebesar 0 melonjak hingga mencapai 1974 dan juga sempat mencapai 10000. Bahkan ketika kedua node hanya tersenggol sedikit, nilai yang terbaca mencapai 10000. Peningkatan ini menunjukkan bahwa sensor tidak responsif secara akurat dalam menampilkan nilai getaran, sehingga pengujian dianggap gagal. Setelah kejadian tersebut, Blynk IoT akan mengirimkan notifikasi ke *smartphone* untuk memperingatkan adanya getaran. Dalam pengujian ini, sensor SW420 hanya mampu mendeteksi keberadaan getaran, bukan mengukur nilai getaran secara akurat.

### 4) Uji Api

Dalam pengujian deteksi api ini, kedua node didekatkan pada korek api yang menyala agar *Flame Sensor* dapat mendeteksi adanya api. Saat sensor mendeteksi api, sinyal akan dikirimkan ke Blynk IoT. Sistem ini kemudian akan memproses sinyal tersebut dan mengirimkan notifikasi ke *smartphone*. Dalam pengujian ini dinyatakan berhasil ketika dapat mengirim pesan notifikasi terjadi kebakaran ke *smartphone* jika sensor mendeteksi api.



Gambar 18. Uji Api Node 1

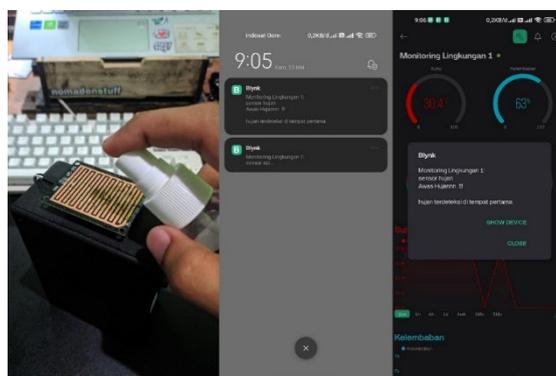


Gambar 19. Uji Api Node 2

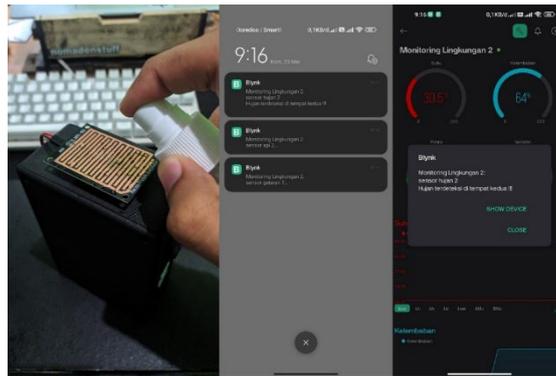
Pada Gambar 18 dan Gambar 19 terlihat bahwa ketika sensor didekatkan pada korek api, sistem Blynk IoT akan mengirimkan notifikasi terjadi kebakaran. Ini menunjukkan bahwa sensor berhasil mendeteksi adanya api dan secara otomatis mengirimkan peringatan ke *smartphone* pengguna melalui platform Blynk IoT. Dengan demikian, hasil pengujian berhasil menunjukkan akurasi sensor dalam mendeteksi api serta mengirimkan pesan notifikasi terjadi kebakaran ke *smartphone*.

#### 5) Uji Hujan

Dalam pengujian deteksi hujan ini, kedua node disemprotkan air agar *Raindrops Sensor* dapat mendeteksi adanya air. Saat sensor mendeteksi air, sinyal akan dikirimkan ke Blynk IoT yang kemudian mengirimkan notifikasi hujan ke *smartphone*. Setelah itu, sensor akan dibersihkan menggunakan tisu hingga kering, memungkinkan sensor untuk mendeteksi ketiadaan air. Ketika sensor tidak lagi mendeteksi air, Blynk IoT akan mengirimkan notifikasi cerah ke *smartphone*. Pengujian dinyatakan berhasil jika dapat mengirimkan notifikasi ke *smartphone* ketika terjadi hujan dan setelah kering atau cerah.

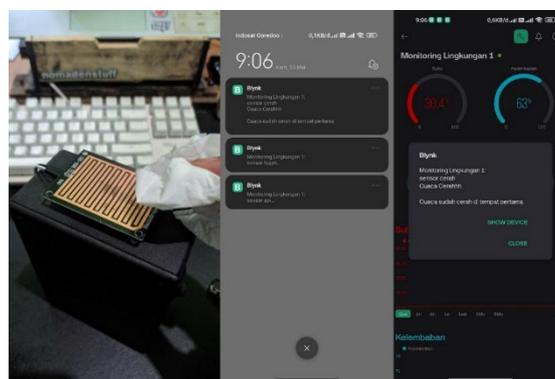


Gambar 20. Uji Hujan Node 1

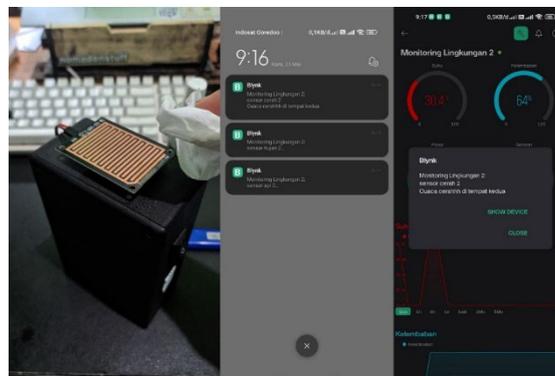


Gambar 21. Uji Hujan Node 2

Pada Gambar 20 dan Gambar 21 terlihat bahwa ketika sensor disemprotkan air, sistem Blynk IoT akan mengirimkan notifikasi terjadi hujan. Ini menunjukkan bahwa sensor berhasil mendeteksi keberadaan air dan secara otomatis mengirimkan peringatan ke *smartphone* pengguna melalui platform Blynk IoT.



Gambar 22. Uji Cerah Node 1



Gambar 23. Uji Cerah Node 2

Pada Gambar 22 dan Gambar 23 terlihat bahwa ketika sensor sudah dibersihkan dengan tisu, sistem Blynk IoT akan mengirimkan notifikasi cerah. Ini menunjukkan bahwa setelah proses pembersihan dilakukan dan sensor menjadi kering, sistem secara otomatis mengirimkan pesan notifikasi cuaca cerah ke *smartphone* pengguna melalui platform Blynk IoT. Dengan ini proses pengujian *Raindrops Sensor* atau hujan dinyatakan berhasil dan tahapan pengujian telah selesai.

#### E. Evaluasi

Setelah melakukan serangkaian uji coba, terbukti bahwa semua sensor beroperasi dengan baik kecuali sensor SW420 yang mengalami ketidakstabilan dalam menampilkan nilai getaran di aplikasi Blynk IoT. Meskipun telah dilakukan beberapa kali program ulang pada sensor SW420, hasilnya menunjukkan bahwa sensor ini hanya mampu mendeteksi adanya getaran tanpa mampu menghitung nilai besaran getaran.

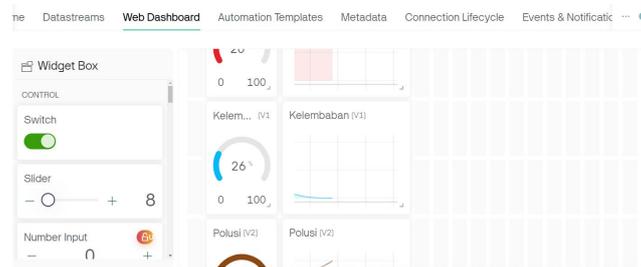
Menghadapi masalah ini, pendekatan diubah dengan menghapus tampilan nilai getaran dari aplikasi dan menggantinya hanya dengan pesan notifikasi. Langkah ini diambil untuk memastikan bahwa meskipun nilai getaran tidak dapat ditampilkan langsung, pengguna tetap dapat segera mendapatkan pemberitahuan jika sensor SW420 mendeteksi adanya getaran yang signifikan, tanpa mengganggu kinerja dari fungsi sensor lainnya. Dengan

demikian, keberadaan sensor SW420 dalam sistem tetap dipertahankan untuk memberikan fungsi pengawasan yang diperlukan, meskipun menghadapi kendala teknis pada tampilan nilai sensor tersebut.

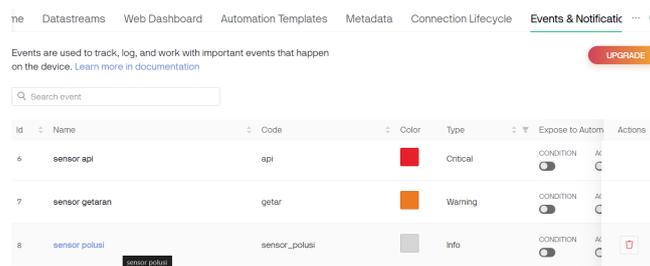
#### F. Revisi dan Peningkatan

Pada tahap ini, tampilan nilai getaran di aplikasi Blynk IoT dihapus untuk memastikan bacaan nilai dari semua sensor lainnya dapat ditampilkan secara akurat. Meskipun tampilan nilai getaran dihapus, fungsi sensor SW420 tetap dipertahankan dengan mengirimkan pesan notifikasi jika terjadi getaran. Dengan demikian, meskipun nilai getaran tidak lagi ditampilkan secara langsung, pengguna tetap akan mendapatkan pemberitahuan jika terdeteksi adanya getaran. Selain itu, terdapat peningkatan dengan penambahan notifikasi kualitas udara kurang baik jika sensor MQ135 melebihi nilai 2500, untuk memperingatkan pengguna tentang kualitas udara. Hal ini memastikan bahwa sistem monitoring tetap berfungsi optimal tanpa mengorbankan keandalan atau akurasi informasi yang disampaikan.

Langkah pertama yang dilakukan yaitu menghapus bagian tampilan dari getaran di Blynk Console, serta menambahkan *event* sensor polusi di kedua node, bisa dilihat pada Gambar 24 dan Gambar 25.



Gambar 24. Penghapusan Tampilan Getaran



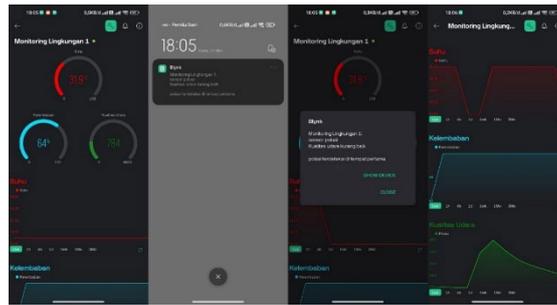
Gambar 25. Penambahan *Event* Sensor Polusi

Langkah selanjutnya, menambahkan program pada sensor gas untuk mendeteksi adanya polusi ketika nilai kualitas udara melebihi 2500, sehingga dapat mengirimkan sinyal ke Blynk IoT.

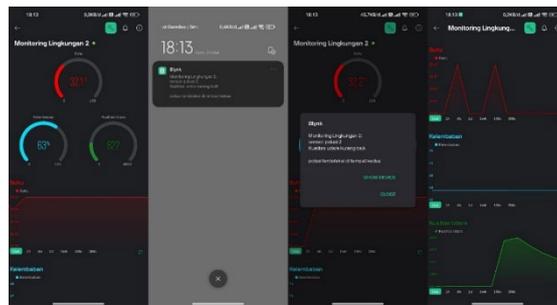
```
if(analog_data > 2500)
{
  Serial.println("Polusi");
  Blynk.logEvent("sensor_polusi");
}
```

Kode Program 1. Tambah Kode Program Sensor Polusi

Gambar 26 dan Gambar 27 merupakan hasil akhir revisi tampilan beserta penambahan notifikasi yang telah diuji pada kedua node. Sistem telah mengalami peningkatan stabilitas dibanding sebelumnya, ditambah dengan fitur notifikasi kualitas udara yang baru ditambahkan, membuat sistem ini lebih komprehensif dalam keperluan monitoring lingkungan. Fitur notifikasi ini tidak hanya memperkuat kapabilitas sistem dalam memberikan informasi secara *real-time* mengenai kualitas udara, tetapi juga meningkatkan keseluruhan efektivitas sistem dalam mendeteksi dan merespons perubahan kondisi lingkungan secara lebih cepat dan akurat. Sehingga telah dipastikan penelitian “Perancangan IoT Monitoring Lingkungan Berbasis *Wireless Sensor Network (WSN)* Dengan Menerapkan *Multi Sensor Network (MSN)*” telah selesai dan dapat lanjut ke tahap diseminasi hasil melalui publikasi jurnal.



Gambar 26. Hasil Akhir Node 1



Gambar 27. Hasil Akhir Node 2

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Penelitian ini telah mencapai tahap akhir dengan hasil yang memuaskan. Revisi tampilan serta penambahan notifikasi pada kedua node telah selesai diuji dan berhasil dengan baik. Oleh karena itu, dapat dipastikan bahwa penelitian ini telah selesai dan siap untuk melanjutkan ke tahap diseminasi hasil melalui publikasi jurnal. Implementasi dan pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem ini mampu menjalankan fungsinya dengan optimal, mendukung monitoring lingkungan secara *real-time* dan akurat melalui jaringan sensor nirkabel yang terintegrasi dengan berbagai jenis sensor. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam bidang teknologi monitoring lingkungan dan dapat diterapkan dalam berbagai situasi nyata untuk meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan lingkungan.

##### B. Saran

Pembangunan perangkat monitoring ini masih bisa ditingkatkan dengan menambah beberapa sensor yang mendukung kebutuhan pemantauan lingkungan, seperti sensor mata angin, cahaya, suara, GPS, dan banyak lagi. Penambahan sensor-sensor ini akan memperluas kemampuan sistem dalam mengumpulkan data yang lebih komprehensif dan akurat, sehingga dapat memberikan informasi yang lebih detail dan bermanfaat untuk berbagai keperluan monitoring lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Setiawan, A. Hiswara, and H. N. Muthmainah, "Mengoptimalkan Jaringan Sensor Nirkabel dalam Aplikasi Monitor Lingkungan dengan Teknologi IoT di Indonesia," *Jurnal Multidisiplin West Science*, vol. 2, no. 10, pp. 858–867, Oct. 2023, doi: 10.58812/jmws.v2i10.704.
- [2] I. W. R. Aryanta and Shinta Enggar Maharani, "DAMPAK BURUK POLUSI UDARA BAGI KESEHATAN DAN CARA MEMINIMALKAN RISIKONYA," *ECOCENTRISM*, vol. 3, no. 2, pp. 47–58, Aug. 2023.
- [3] Susilawati, "DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP KESEHATAN," *e-SEHAD*, vol. 1, no. 2, pp. 25–31, Jun. 2021.
- [4] A. Raksanagara, N. Arisanti, and F. Rinawan, "DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP KEJADIAN DEMAM BERDARAH DI JAWA-BARAT," *Jurnal Sistem Kesehatan*, vol. 1, no. 1, Nov. 2016, doi: 10.24198/jsk.v1i1.10339.
- [5] A. P. Islam, Lalu Puji Indra Kharisma, and Muhammad Azmi, "INTERNET OF THINGS UNTUK INFORMASI CUACA MENGGUNAKAN NODE MCU," *TEKNIMEDIA: Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 3, no. 1, pp. 17–22, Jun. 2022, doi: 10.46764/teknimedia.v3i1.60.
- [6] F. N. Hamida and H. Widyasamratri, "RISIKO KAWASAN LONGSOR DALAM UPAYA MITIGASI BENCANA MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS," *Pondasi*, vol. 24, no. 1, p. 67, Aug. 2019, doi: 10.30659/pondasi.v24i1.4997.
- [7] A. F. Arrahman and D. P. Lestari, "APLIKASI SIMULASI EVAKUASI GEMPA DAN KEBAKARAN DENGAN TEKNIK VIRTUAL REALITY BERBASIS ANDROID," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 23, no. 3, pp. 155–165, Dec. 2018, doi: 10.35760/tr.2018.v23i3.2465.
- [8] N. Purba, Mhd Yahya, and Nurbaiti, "REVOLUSI INDUSTRI 4.0 : PERAN TEKNOLOGI DALAM EKSISTENSI PENGUSAHAAN BISNIS DAN IMPLEMENTASINYA," *JPSB*, vol. 9, no. 2, pp. 91–98, Dec. 2021.
- [9] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI," *Jurnal Imagine*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, Apr. 2022, doi: 10.35886/imagine.v2i1.329.
- [10] F. Tan, J. B. Budiman, and Skynyrd, "Perbandingan Perkembangan Teknologi Berbasis Nirkabel di Daerah Pelosok dan Daerah Kota," *Jurnal Sains, Nalar, dan Aplikasi Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 25–31, Sep. 2023, doi: 10.20885/snati.v2i2.23.
- [11] D. I. Pujiana, Ade Silvia Handayani, and Aryanti, "Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan," *ARS 2017*, vol. 3, no. 1, pp. 199–202, 2017.
- [12] Y. A. Adnantha and Wahyu Andhyka Kusuma, "Implementasi Wireless Sensor Network untuk Otomatisasi Suhu Ruang dan Kelembaban Tanah pada Greenhouse Berbasis Web Server," *JOIN*, vol. 3, no. 1, pp. 14–21, Jun. 2018.
- [13] M. F. Hidayat, Barlian Henryranu Prasetyo, and Rizal Maulana, "Implementasi Low Power Multi Sensor Node pada Wireless Sensor Network," *JPTIJK*, vol. 2, no. 6, pp. 2007–2016, Aug. 2018.
- [14] A. Andang and Nurul Hiron, "TEKNOLOGI SMS PADA MONITORING LINGKUNGAN DENGAN WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)," *SEMNASSTEK 2015*, pp. 1–5, Nov. 2015.
- [15] Tarmidi, Ahmad taqwa, and Ade Silvia Handayani, "Penerapan Wireless Sensor Network Sebagai Monitoring Lingkungan Berbasis Android," *SENATI 2019*, pp. 224–230, Feb. 2019.
- [16] A. S. Handayani, R.A Halimatussa'diyah, Rahmad Rizky Aldi, and Nyayu Latifah Husni, "PERANCANGAN WIRELESS SENSOR NETWORK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MULTISENSOR SEBAGAI SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA," *Jurnal Qua Teknika*, vol. 10, no. 2, pp. 1–13, Sep. 2020.
- [17] M. Nurkamid and Anteng Widodo, "Penerapan Wireless Sensor Network Untuk Monitoring Lingkungan Menggunakan Modul ESP-WROOM32," *IKRAITH-INFORMATIKA*, vol. 5, no. 3, pp. 72–78, Oct. 2021.
- [18] Okpatrioka, "Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan," *DHARMA ACARIYA NUSANTARA*, vol. 1, no. 1, pp. 86–100, Mar. 2023.
- [19] I. Syukhron, S. T. , M. T. Reni Rahmadewi, and S. T. , M. T. Ibrahim, "Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT," *ELECTRICIAN*, vol. 15, no. 1, pp. 1–11, Jan. 2021.
- [20] A. Ramschie, Johan Makal, Ronny Katuuk, and Veny Ponggawa, "Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT," *IRWNS*, vol. 12, pp. 175–181, Sep. 2021.