

Sistem *Monitoring* dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan *Platform* IoT

Indoor Air Quality Monitoring and Notification System with IoT Platform

¹Jacqueline Waworundeng, ²Oktoverano Lengkong

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Klabat, Airmadidi

e-mail: ¹jacqueline.morlav@unklab.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang prototipe alat pendeteksi kualitas udara di dalam ruangan dengan menggunakan mikrokontroler Wemos dan sensor MQ135 yang terhubung dengan platform IoT sebagai sistem monitoring dan notifikasi. Modul sensor MQ135 sebagai detektor kualitas udara, mengirimkan sinyal input untuk diproses oleh mikrokontroler Wemos board. Modul wifi yang terdapat pada Wemos board mengirimkan nilai yang terbaca oleh sensor ke platform IoT Thingspeak yang merekam data logging dalam bentuk grafik. Dalam hal ini, Thingspeak berfungsi sebagai bagian dari sistem monitoring. Sedangkan sebagai sistem notifikasi digunakan platform IoT Blynk apps. Blynk apps terhubung secara tidak langsung ke prototipe alat pendeteksi kualitas udara melalui internet. Nilai yang terbaca dari sensor diproses sesuai program dan jika memenuhi level sensor yang ditentukan maka sistem memberikan notifikasi kepada user melalui Blynk apps. Sistem ini berpotensi untuk digunakan sebagai sistem pemantauan kualitas udara di dalam ruangan untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya kualitas udara yang sehat.

Keywords : *Sistem Monitoring, Notifikasi, Kualitas Udara, Sensor, Iot*

Abstract

This study discusses about the prototype of indoor air quality detector using Wemos microcontroller and MQ135 sensor connected to IoT platform as monitoring and notification system. The MQ135 sensor module as an air quality detector, sends the input signal to be processed by the Wemos board microcontroller. The wifi module build-in inside the Wemos board sends the value readable by the sensor to the IoT Thingspeak platform that records logging data in graphical form. In this case, Thingspeak serves as a part of monitoring system. In the other side, the notification system uses IoT Blynk apps platform. Blynk apps connect indirectly to the prototype of air quality detector over the internet. The readable value from sensor is processed according to the program and if the readable sensor value matches the specified level of sensor then the system notifies the user through Blynk Apps. This system potentially to be used as an indoor air quality monitoring system, to raise awareness about the importance of healthy air quality.

Keywords : *Monitoring System, Notification, Air Quality, Sensor, Iot*

1. PENDAHULUAN

Lingkungan yang sehat sangat berpengaruh terhadap kesehatan fisik makhluk hidup. Faktor penting penunjang lingkungan yang sehat adalah kualitas udara yang memenuhi standar kesehatan. Udara mengandung oksigen yang dibutuhkan untuk hidup. Namun selain oksigen, terdapat zat lainnya dalam udara seperti karbon monoksida, karbon dioksida, formaldehid, jamur, virus, bakteri, debu dan sebagainya. Oksigen di dalam maupun di luar ruangan dapat terkontaminasi dengan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Dalam batasan tertentu kadar zat-zat tersebut masih dapat dinetralisir namun jika melampaui batas normal maka dapat mengganggu kesehatan. *World Health Organization (WHO)* menyatakan bahwa terdapat zat berbahaya yang berasal dari bangunan, material konstruksi, peralatan, proses pembakaran atau pemanasan dapat memicu masalah kesehatan [1].

Peningkatan aktivitas manusia telah memicu masalah pencemaran udara, sehingga dibutuhkan solusi untuk dapat meminimalisir efek yang dapat mengganggu kesehatan. Walaupun pada saat tertentu manusia dapat menggunakan indera untuk memperkirakan jika udara di lingkungan sekitarnya berada pada level normal dan tidak tercemar ataupun sebaliknya, namun untuk melakukan pemantauan secara terus menerus, manusia dibatasi oleh ruang dan waktu. Untuk melakukan pemantauan secara *real-time* dan mendapatkan data mengenai kualitas udara dapat dilakukan dengan membangun suatu perangkat keras yang terhubung dengan sistem pemantauan kualitas udara.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [2], yang menghasilkan prototipe detektor kualitas udara dengan menggunakan sensor dan mikrokontroler. Prototipe tersebut dapat memberikan notifikasi melalui alarm mengenai kualitas udara di dalam ruangan yang terdeteksi oleh sensor. Pengembangan penelitian dilakukan dengan menambahkan fitur pemantauan data kualitas udara melalui platform *Internet of Things (IoT)*. Data yang didapat dari sensor dikirimkan ke IoT platform, dan dapat dianalisa lebih lanjut untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas udara di dalam ruangan.

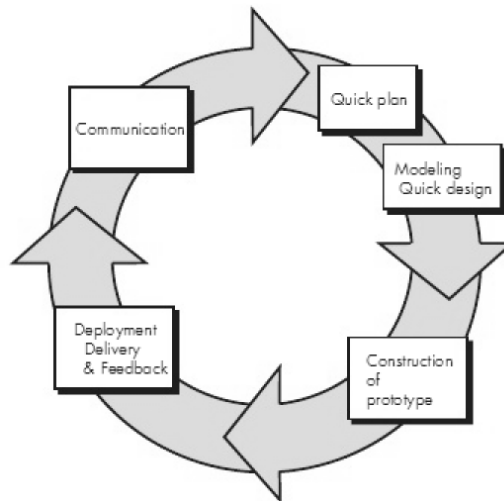
Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan sistem notifikasi yang dapat menginformasikan mengenai kualitas udara pada suatu ruangan dan dapat merekam data kualitas udara melalui IoT. Penelitian ini bertujuan untuk membantu meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya kualitas udara yang baik dan level kewaspadaan jika terjadi pencemaran yang disebabkan oleh gas maupun zat lainnya yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Sistem yang dibangun dalam implementasinya diharapkan dapat bermanfaat untuk meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya kualitas udara yang sehat dalam ruangan. Sistem ini dapat digunakan untuk bangunan dengan ruangan tertutup seperti di dalam rumah, ruangan sekolah, kantor, rumah sakit, hotel atau bangunan lainnya.

Terdapat penelitian yang relevan dan menjadi referensi penunjang dalam penelitian ini. Referensi [3], mengemukakan tentang kualitas udara dalam ruang perpustakaan yang dipengaruhi oleh debu, sedangkan referensi [4] mengemukakan tentang kualitas udara pada ruang di lembaga pemasyarakatan. Dua penelitian tersebut hanya membahas tentang substansi yang dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam ruangan yaitu debu, suhu, kelembaban, zat CO, kuman dan jamur. Penelitian lain menyangkut prototipe detektor kualitas udara dalam referensi [5] mengemukakan tentang sistem pemantauan kualitas udara secara daring yang menyajikan informasi kualitas udara di dalam maupun di luar ruangan melalui internet. Pada referensi [6] juga mengemukakan mengenai sistem *monitoring* kualitas udara berbasis web yang menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan sensor gas TGS 2600. Referensi [7] membahas mengenai penggunaan sensor MQ-7 sebagai detektor asap rokok dengan fitur notifikasi melalui SMS. Referensi [8] membahas tentang sistem pemantauan kualitas udara yang menggunakan *ThingSpeak IoT*. Referensi [9] membahas tentang sistem keamanan rumah yang diimplementasikan dengan sensor PIR sebagai pendeteksi gerakan dan Wemos *board* mikrokontroler dilengkapi sistem notifikasi melalui platform IoT *Blynk* dan sistem *monitoring*

dengan *Thingspeak*. Dari beberapa penelitian tersebut diatas, alat yang dirancang dilengkapi dengan fitur notifikasi maupun *monitoring* melalui SMS, website maupun lewat IoT.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengacu pada model prototipe [10] dengan tahapan seperti pada Gambar 1. Penelitian ini dimulai dengan proses komunikasi (*communication*) untuk menentukan tujuan dan perencanaan cepat (*quick plan*) untuk mengidentifikasi kebutuhan dan pemodelan (*modeling quick design*) dari sistem yang dirancang. Tahap selanjutnya adalah konstruksi prototipe (*construction of prototype*) yang terkait dengan perakitan perangkat keras dan pemrograman. Setelah perangkat keras dan program selesai dibuat, maka tahap berikutnya adalah menyajikan sistem untuk dievaluasi (*deployment delivery and feedback*) oleh calon pengguna untuk mendapatkan masukan mengenai sistem yang dibuat dan untuk pengembangan selanjutnya.



Gambar 1 Model Prototipe

Variabel yang diamati adalah level kualitas udara dengan parameter zat-zat seperti *Ammonia* (NH_3), *Nitrogen Oxide* (NO_x), *Alcohol*, *Benzena*, *Carbon Monoxide* (CO), dan *Carbon Dioxide* (CO_2) yang terkandung dalam udara di dalam ruangan. Sedangkan teknik pengumpulan data dilakukan dengan melakukan studi literatur, eksperimen, pengujian fungsionalitas alat, pengujian pengukuran nilai kualitas udara dan menyimpulkan hasil secara keseluruhan.

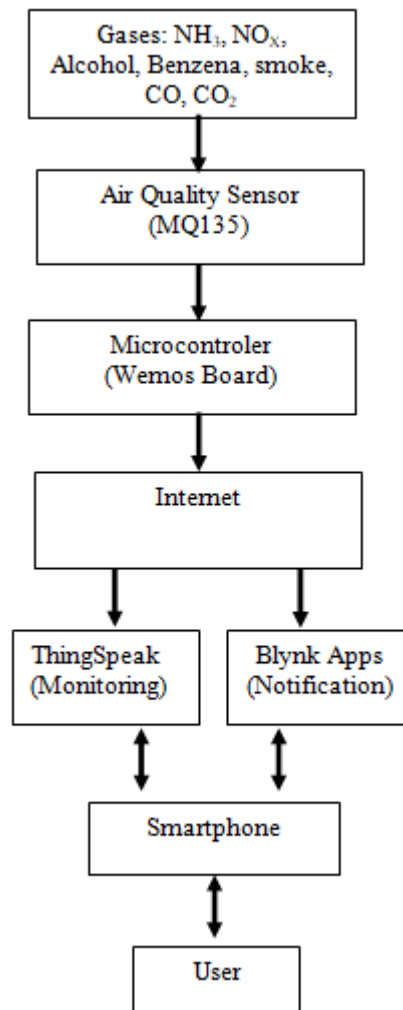
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain dan Implementasi Sistem

Gambar 2 menjelaskan blok diagram yang menunjukkan korelasi antara bagian di dalam sistem *monitoring* kualitas udara dan dijelaskan sebagai berikut :

1. Input yang di deteksi oleh sensor yaitu gas *Ammonia* (NH_3), *Nitrogen Oxide* (NO_x), *Alcohol*, *Benzena*, *Carbon Monoxide* (CO), dan *Carbon Dioxide* (CO_2).
2. Sensor kualitas udara jenis MQ135 adalah sensor yang digunakan dan terhubung dengan mikrokontroler *Wemos board*.

3. Input yang terbaca dari sensor diproses di dalam mikrokontroler dan modul wifi yang terdapat pada *Wemos board* mengirimkan informasi ke internet.
4. *Thingspeak* sebagai platform IoT merekam data dari sensor di channel yang telah ditentukan dan memberikan output berupa grafik.
5. *Blynk Apps* memberikan notifikasi kepada user melalui smartphone jika kualitas udara mengalami peningkatan pada level yang signifikan.

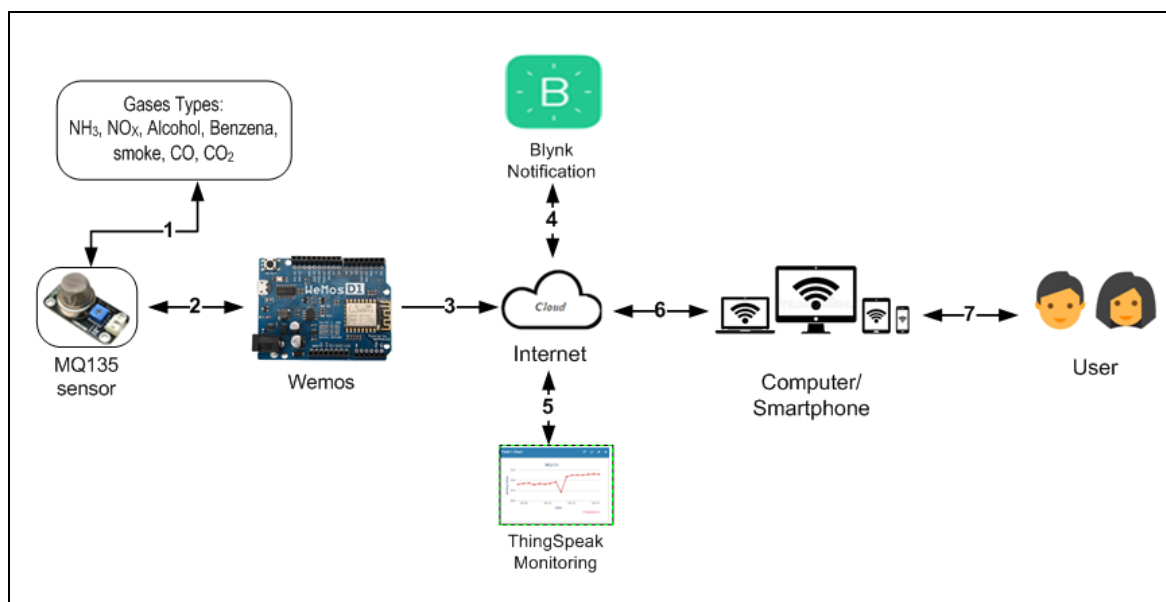


Gambar 2 Blok Diagram Sistem

Gambar 3 menjelaskan mengenai prototipe perangkat keras maupun komponen yang terkoneksi ke *IoT* :

1. Sensor kualitas udara MQ135 dalam kondisi aktif untuk mendeteksi gas untuk mendeteksi gas seperti *Ammonia* (NH₃), *Nitrogen Oxide* (NO_x), *Alcohol*, *Benzene*, *Carbon Monoxide* (CO), dan *Carbon Dioxide* (CO₂) yang terkandung dalam udara;
2. Sensor kualitas udara (MQ135) terhubung ke *Wemos board*. Hasil deteksi sensor dikirimkan ke *Wemos board* mikrokontroler dan diproses sesuai dengan program yang ada;

3. Wemos board memiliki modul *wifi*, mengirimkan hasil deteksi ke *cloud*.
4. Hasil deteksi sensor dikirimkan ke platform IoT. *Blynk* merupakan aplikasi yang berfungsi untuk memberikan notifikasi mengenai level kualitas udara yang terdeteksi oleh sensor
5. *Thingspeak* merupakan platform yang dapat menampilkan hasil deteksi sensor secara *real-time* dalam bentuk grafik;
6. Data pada *Blynk* apps dan *Thingspeak* dapat diakses melalui *smartphone* dan komputer. Secara khusus *Blynk apps* dapat diakses oleh user melalui *smartphone*. Informasi dari *Blynk apps* berisi *push notification* kepada user jika kualitas udara mengalami peningkatan ke level yang berbahaya. Sedangkan *Thingspeak* yang dapat diakses melalui komputer maupun *smartphone*, berfungsi sebagai sistem *monitoring* yang merekam nilai deteksi sensor. Melalui kedua platform tersebut, user dapat mengetahui perubahan kualitas udara yang terjadi secara *real-time*.
7. User dapat menerima notifikasi mengenai level kualitas udara dari *Blynk Apps* yang telah terinstal pada *smartphone* dan mengetahui data *monitoring* kualitas udara, dengan mengakses *thingspeak.com*.



Gambar 3 Sistem *monitoring* dan notifikasi kualitas udara berbasis *IoT*

Komponen komponen yang digunakan dalam sistem dijelaskan sebagai berikut:

- a. Sensor kualitas udara (MQ135)
Sensor MQ135 [11] dapat mendeteksi zat atau gas berbahaya seperti *Ammonia* (NH₃), *Nitrogen Oxide* (NO_x), *Alcohol*, *Benzena*, *Carbon Monoxide* (CO), dan *Carbon Dioxide* (CO₂).
- b. Wemos board mikrokontroler
Mikrokontroler pada dasarnya adalah sebuah komputer *chip* tunggal (*single chip*). Komponen utama pada mikrokontroler yaitu memori (RAM/ROM), *Central Processing Unit* (CPU), jalur *Input/Output* (I/O), *timer*, dan *interrupt controller* [12]. Mikrokontroler yang digunakan adalah *Wemos board* [13] yang mirip dengan *Arduino Uno* namun memiliki tambahan modul *wifi built-in*. Modul *wifi* tersebut akan mengirimkan hasil deteksi dari sensor ke internet. *Software* yang digunakan untuk

memprogram Wemos *board* adalah Arduino Integrated Development Environment (IDE), yang merupakan sarana bagi programmer untuk menulis program komputer yang berisi instruksi dalam bahasa C dan kemudian di *upload* ke *board* mikrokontroler [14].

c. *Internet of Things*

Internet of Things mengacu pada objek-objek unik yang dapat diidentifikasi dan direpresentasikan secara virtual ke dalam struktur Internet [15]. Tujuan dari *IoT* adalah untuk memungkinkan segala sesuatu terhubung kapan saja, di mana saja, dengan apa pun dan siapa pun yang idealnya menggunakan jalur/jaringan apa pun dan layanan apa pun [16]. Dalam penelitian ini objek yaitu detector kualitas udara yang terhubung dengan dua *platform IoT* yaitu *Thingspeak* dan *Blynk*.

d. *Thingspeak* [17] adalah platform *IoT* yang dapat mengumpulkan dan menyimpan data pada *cloud* dan mengembangkan aplikasi *IoT*. Data dari sensor dapat dikirimkan ke *Thingspeak* dari Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black, dan hardware lainnya. Untuk dapat menggunakan platform *Thingspeak*, user perlu membuat akun dan menentukan channel pada akun tersebut. Platform *Thingspeak* akan memberikan *API key* yang kemudian diatur di dalam program mikrokontroler, agar dapat melakukan fungsi pengiriman data dari sensor ke *Thingspeak*.

e. *Blynk* [18] adalah Platform aplikasi dengan *IoS* dan *Android* yang dapat mengontrol Arduino, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui internet. *Blynk* didesain untuk *IoT* dan dapat mengontrol hardware secara *remote*, dapat menampilkan sensor data, menyimpan data, memvisualisasikan data. *Blynk* perlu di *install* dan di *setting* agar dapat memberikan notifikasi kepada user. *Blynk* terintegrasi dengan kode program pada mikrokontroler lewat *Blynk id* yang didapatkan ketika membuat akun di *Blynk*. Penggunaan aplikasi *Blynk* dalam penelitian ini adalah untuk menampilkan notifikasi melalui *smartphone* *Android*.

f. *Smartphone*

Smartphone digunakan untuk menampilkan notifikasi dari *Blynk apps* dan juga dapat digunakan untuk mengakses channel *Thingspeak*. User dapat menggunakan *smartphone* dengan sistem operasi *IoS* maupun *Android*. Prototipe dalam penelitian ini menggunakan *Android smartphone* sebagai media untuk melihat notifikasi yang dikirimkan kepada user.

3.2 Pengujian Sistem

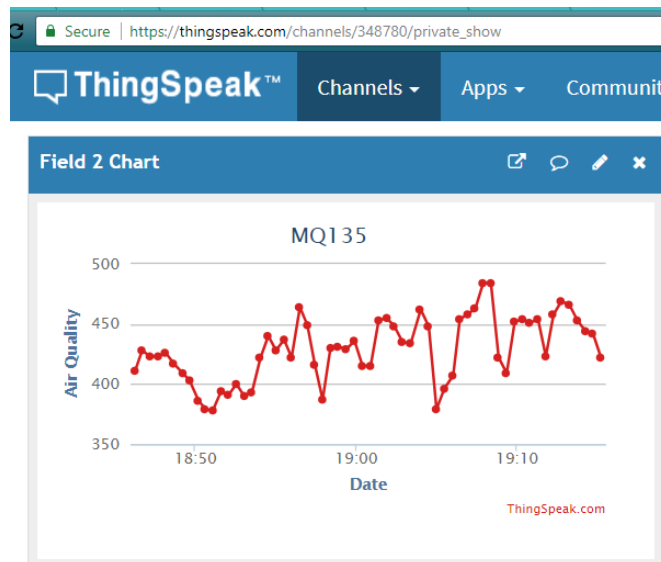
Hasil pengujian fungsi dari sistem ditunjukkan oleh Tabel 1. Pengujian terkait dengan fungsionalitas setiap komponen sebagai bagian dari sistem. Pengujian dilakukan dengan memberikan gas di sekitar area sensor MQ135. Dalam pengujian ini, contoh gas yang digunakan yaitu cairan Alkohol yang dituangkan pada permukaan kain yang menghasilkan gas alkohol, dan didekatkan pada area sensor. Sensor mendeteksi konsentrasi gas dan program pada Wemos *board*, mencocokkan dengan level kualitas udara yang telah diatur pada program sesuai dengan nilai yang terbaca oleh sensor.

Tabel 1. Pengujian Fungsionalitas Sistem

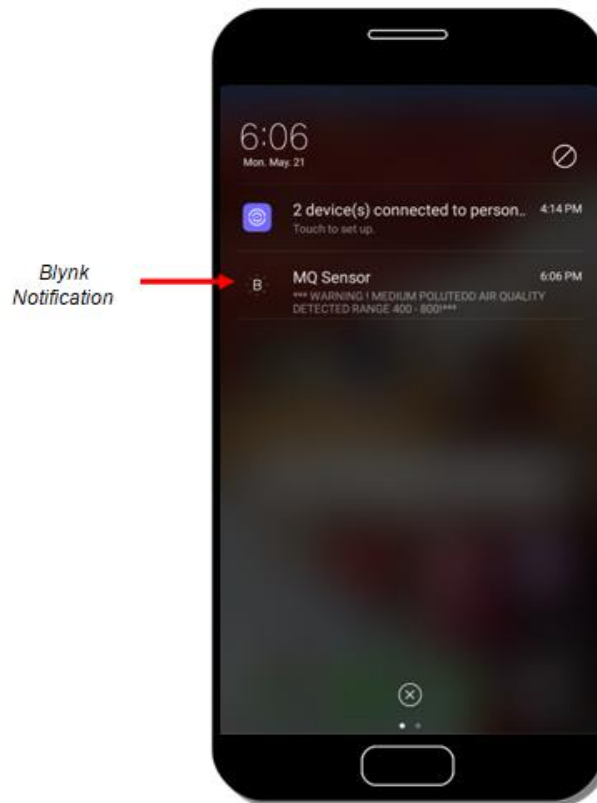
Komponen	Kondisi	Proses pengujian Fungsi	Hasil
Sensor kualitas udara MQ135	Detektor aktif dan sensor dalam kondisi <i>stand by</i>	Memberikan cairan alkohol atau mendekati asap di sekitar sensor MQ135	Sensor MQ135 dapat mendeteksi adanya peningkatan level alkohol, CO atau CO2

Wemos board Mikrokontroler	Detektor aktif dan mikrokontroler terhubung dengan sensor MQ135	Input analog dari sensor MQ135 diproses oleh mikrokontroler dan menghasilkan input analog yang dikirimkan ke mikrokontroler.	Wemos board menerima input sinyal dari sensor dan memproses sinyal tersebut
Blynk	Blynk terinstal pada smartphone dan dalam kondisi aktif	Menguji jika nilai yang dikirim dari sensor dapat diteruskan ke Blynk	Blynk dapat menerima pesan notifikasi mengenai kualitas udara
Thingspeak	Thingspeak memiliki channel untuk merekam data kualitas udara yang terbaca oleh sensor MQ135	Menguji jika nilai sensor dapat terekam di chanel Thingspeak	Thingspeak dapat menerima data dari sensor dan ditampilkan pada grafik

Gambar 4 menunjukkan nilai analog yang terdeteksi oleh MQ135. Setiap titik adalah nilai yang terdeteksi secara *real-time*. Skenario pengujian dilakukan dengan mengaktifkan alat dan menempatkannya di dalam ruangan. Proses selanjutnya yaitu mengamati nilai yang ditampilkan di platform IoT Thingspeak. Nilai analog dari sensor yang terekam di Thingspeak diambil secara random pada periode waktu tertentu, sebagai sample data untuk mengetahui berapa rata-rata nilai analog yang terekam oleh sensor. Berdasarkan log data hasil pengujian dari Thingspeak dengan waktu pemantauan 20 menit, didapati bahwa nilai analog sensor berkisar pada 356 hingga 531. Rata-rata nilai analog sensor, dapat dihitung dengan menjumlahkan semua nilai analog dibagi dengan jumlah data. Dari pengujian ini, total penjumlahan nilai analog adalah 11254 dengan jumlah data 23. Sehingga didapatkan nilai analog rata-rata adalah 489,3.



Gambar 4 Grafik monitoring pada Thingspeak



Gambar 5 Notifikasi dari *Blynk Apps*

Program di mikrokontroler diatur pada tiga level deteksi kualitas udara yaitu level *normal air*, *medium polluted* dan *highly polluted*. Level *normal air* berada pada nilai analog kurang dari 400. Level *medium polluted* berada pada kisaran nilai 400 hingga 800. Sedangkan level *highly polluted* pada kisaran nilai analog diatas 800 hingga 1023. Dari sample hasil perhitungan yang dibahas sebelumnya, rata-rata nilai analog adalah 489,3. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa level kualitas udara pada waktu pengujian tersebut dilakukan, berada pada level *medium polluted* sehingga terdapat notifikasi yang dikirimkan ke smartphone user melalui *Blynk apps*.

Gambar 5 menunjukkan *push notification Blynk apps* yang diterima oleh smartphone. Pesan berupa peringatan bahwa level kualitas udara yang terdeteksi oleh sensor berada pada level medium dengan jangkauan nilai analog 400 hingga 800. Nilai analog yang dapat dibaca oleh sensor berada pada 0 hingga 1023 yang kemudian direpresentasikan oleh sensor ke dalam nilai tegangan 0 hingga 5 Volt. Pembacaan nilai oleh sensor dalam penelitian ini menggunakan nilai analog yang dibagi pada tiga level deteksi kualitas udara.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. prototipe alat detektor kualitas udara dibangun dengan menggunakan mikrokontroler *Wemos board*, sensor kualitas udara MQ135 dan terhubung dengan *platform IoT Blynk dan Thingspeak*,

2. *Blynk apps* terhubung dengan Wemos dan MQ135 melalui internet dan dapat mengirimkan *push notification* ke smartphone user mengenai level kualitas udara dalam ruangan yang terdeteksi,
3. *Thingspeak* dapat melakukan fungsi *monitoring* dan menampilkan grafik mengenai kualitas udara yang terdeteksi oleh sensor MQ135 secara *real-time*,
4. berdasarkan scenario pengujian yang dilakukan dengan menempatkan alat detektor kualitas udara di dalam sebuah ruangan selama 20 menit, didapati bahwa rata-rata level kualitas udara dalam ruangan tersebut menunjukkan nilai analog 489,3 dimana ruangan tersebut terindikasi memiliki polusi udara tingkat menengah,
5. sistem monitoring dan notifikasi kualitas udara dapat berfungsi sesuai dengan tujuan, dan berpotensi digunakan pada ruangan yang membutuhkan pemantauan kualitas udara untuk dapat meningkatkan kesadaran tentang pentingnya kualitas udara yang sehat.

5. SARAN

Saran untuk pengembangan penelitian sebagai berikut :

1. untuk ruangan yang berbeda, prototipe dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor MQ135, sensor suhu dan kelembaban, maupun sensor debu,
2. hasil pengujian dalam penelitian ini hanya mengambil satu sample data dan dapat dikembangkan dengan analisis lanjutan mengenai *monitoring* harian, bulanan maupun tahunan, yang dapat memberikan rekomendasi mengenai kualitas udara

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization., 2010, “WHO Guidelines For Indoor Air Quality: Selected Pollutant”, Copenagen Denmark. [Online]. Available: <https://bit.ly/217Kiny>.
- [2] J. Waworundeng, “Implementasi Sensor dan Mikrokontroler sebagai Detektor Kualitas Udara, Proceedings Seminar Multi Disiplin Ilmu Volume 1, 25 November 2017 pp 27. [Online]. Available: <https://bit.ly/2sXrKtD>.
- [3] L. Fitria, R.A Wulandari, E. Hermawati, dan D. Susanna., “Kualitas Udara Dalam Ruang Perpustakaan Universitas X Ditinjau Dari Kualitas Biologi, Fisik, dan Kimiawi”., Journal Makara, Kesehatan Vol. 12 NO.2 Desember 2008, pp 76-82. [Online]. Available: <https://bit.ly/2sSMLGP>.
- [4] C.S. Candrasari dan J. Mukono, “Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang Dengan Keluhan Penghuni Lembaga Pemasarakatan Kelas IIA Kabupaten Sidoarjo”. Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol. 7 No. 1 Juli 2013: 21-25. [Online]. Available: <https://bit.ly/2LMYw3A>
- [5] A.S. Suparman dan S.Yazid, “Purwarupa Sistem Pemantauan Kualitas Udara Secara Daring”., Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama, Open Journal System, Vol 1 No. 3 2014. [Online]. Available: <https://bit.ly/212H3h4>.
- [6] Y. Fikri, Sumardi, dan B. Setiyono., “Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler ATMega 8535 dengan Komunikasi Protokol TCP/IP”. Jurnal Transient, Vol.2, No.3, September 2013. ISSN:2302-9927, pp. 644. [Online]. Available: <https://bit.ly/2MIWNiv>
- [7] A.S.R Sujatmoko, J. Waworundeng, dan A.K Wahyudi., “Rancang Bangun Detektor Asap Rokok menggunakan SMS Gateway untuk Asrama Crystal di Universitas Klabat”, Proceeding KNS&I 2015, Bali pp. 460-465. [Online]. Available: <https://bit.ly/2MpmnN4>.
- [8] K. K Khedo and V. Chikhooreeah., “Low-Cost Energy-Efficient Air Quality Monitoring System Using Wireless Sensor Network”, Creative Commons Attribution 3.0 License, 2017. [Online]. Available: <https://bit.ly/2HI235O>.
- [9] J. Waworundeng, L.D Irawan, dan C.A Pangalila., “Implementasi Sensor PIR sebagai

- Pendeteksi Gerakan untuk Sistem Keamanan Rumah menggunakan Platform IoT, Cogito Smart Journal vol 3 no. 2 2017 pp. 153- 163. [Online]. Available: <https://bit.ly/2HEXiJZ>.
- [10] R.S. Pressman and B.R. Maxim, Software Engineering, New York, McGraw-Hill Education, 2015.
- [11] Technical Data MQ135. (2017) [Online]. Available: <https://bit.ly/2xIeOh3>
- [12] J. Iovine., 2004, "PIC Robotics - A beginner's guide to Robotics Projects using the PIC Micro", McGraw Hill, New York.
- [13] Wemos Electronics, "Wemos", (2017), [Online]. Available: <https://bit.ly/2Jfrz3J>.
- [14] M. McRoberts., 2010., Beginning Arduino, Springer, New York.
- [15] Q.F. Hassan., Internet of Things A to Z, 2018., Willey-IEEE Press.
- [16] O. Vermesan, P. Friess., 2013., Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, River Publisher.
- [17] ThingSpeak, The MathWorks, Inc, 2018. [Online]. Available: <https://bit.ly/2JKng0Q>.
- [18] Blynk. MIT License, (2017) [Online] Available: <http://docs.blynk.cc/>