

Sistem Penyiram Jalan Otomatis Berbasis Iot Untuk Reduksi Polusi Debu Dengan Indikator Suhu Dan Kualitas Udara

Design and Construction of an IoT-Based Automatic Street Sprinkler System to Reduce Dust Pollution with Temperature and Air Quality Indicators

Muhammad Andre Alamsyah¹, Rahmad Doni², Intan Dwi Rahma³

^aProgram Studi Rekayasa Sistem Komputer Universitas Potensi Utama, Jl.K.L Yos Sudarso KM 6.5 Tj.Mulia, Medan, 20241, Indonesia
^{b,c}Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Universitas Potensi Utama, Jl.K.L Yos Sudarso KM 6.5 Tj.Mulia, Medan, 20241, Indonesia

E-Mail: mandrealamsyah@gmail.com¹, rahmaddonil13@gmail.com², dwirahmaintan@gmail.com³

ABSTRAK

Penyiraman jalan secara manual sering kali dianggap kurang efisien karena tidak mempertimbangkan kondisi lingkungan secara real-time, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan air. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini merancang dan membangun alat penyiram jalan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan sensor suhu DHT11 dan sensor debu GP2Y1010AU0F. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi mengolah data sensor sekaligus mengirimkan informasi ke platform Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Mekanisme kerja alat dimulai dengan pembacaan suhu dan konsentrasi debu di udara. Apabila salah satu parameter melebihi ambang batas yang telah ditentukan, maka buzzer akan aktif sebagai alarm, kemudian pompa air dihidupkan secara otomatis untuk melakukan penyiraman jalan dalam durasi tertentu. Setelah penyiraman selesai, sistem masuk ke mode jeda untuk menghindari penyiraman berulang yang tidak efisien. Selain dapat dipantau melalui aplikasi Blynk, sistem ini juga mencatat data lingkungan secara berkala sehingga memudahkan analisis efektivitas penyiraman. Uji coba dilakukan di jalan desa Percut yang memiliki tingkat debu relatif tinggi, terutama pada kondisi cuaca kering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu menyiram jalan secara otomatis sesuai kondisi suhu dan debu, serta berhasil mengurangi potensi pemborosan air dengan penggunaan yang lebih efisien. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi tepat guna dalam mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan ramah teknologi.

Kata Kunci : Jalan, Sensor, IoT, NodeMCU, Blynk

ABSTRACT

Manual road watering is often considered inefficient because it does not take into account real-time environmental conditions, which may lead to water wastage. To address this issue, this study designed and developed an automatic road watering device based on the Internet of Things (IoT) equipped with a DHT11 temperature sensor and a GP2Y1010AU0F dust sensor. The system utilizes the NodeMCU ESP8266 as the main microcontroller, which processes sensor data and transmits the information to the Blynk platform for remote monitoring. The working mechanism of the device begins with reading temperature and dust concentration in the air. If either parameter exceeds the predetermined threshold, the buzzer is activated as an alarm, followed by the automatic activation of a water pump to spray the road surface for a certain duration. After the watering process is completed, the system enters a delay mode to prevent repeated watering that may cause inefficiency. In addition to being monitored via the Blynk application, the system also records environmental data periodically, making it easier to analyze the effectiveness of the watering process. Field testing was conducted on a village road in Percut, which has relatively high dust levels, especially during dry weather conditions. The results show that the device can automatically water the road according to dust and temperature conditions, while also reducing potential water wastage through more efficient usage. This research is expected to provide an appropriate technological solution to support cleaner, healthier, and smarter environmental management.

Keywords : Road, Sensor, IoT, ESP8266, Blynk

Info Artikel:

Disubmit:

Direview:

Diterima :

Copyright © 2025 - Senadimu. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu masalah lingkungan yang signifikan, terutama yang disebabkan oleh debu jalanan. Aktivitas kendaraan bermotor, pembangunan infrastruktur, serta kondisi jalan yang kering berkontribusi besar terhadap meningkatnya partikel debu di udara. Hal ini banyak dijumpai pada jalan desa atau area dengan kondisi tanah kering, seperti di wilayah Percut khususnya untuk jalan bersifat beton. Debu yang beterbangan tidak hanya mengganggu kenyamanan masyarakat, tetapi juga berdampak negatif terhadap kesehatan, seperti gangguan pernapasan, iritasi mata, dan alergi.

Salah satu solusi yang umum digunakan untuk mengurangi polusi debu di jalanan adalah dengan melakukan penyiraman jalan secara berkala. Namun, metode penyiraman manual sering kali tidak efisien karena tidak mempertimbangkan kondisi lingkungan secara real-time, sehingga dapat mengakibatkan pemborosan air dan tenaga. Di era digital dan otomatisasi seperti saat ini, teknologi berbasis Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Dengan memanfaatkan sensor suhu dan sensor debu (partikulat), sistem penyiram jalan dapat diaktifkan secara otomatis hanya ketika diperlukan, misalnya ketika tingkat debu melebihi ambang batas tertentu dan suhu udara menunjukkan kondisi kering. Modul mikrokontroler seperti ESP8266, yang memiliki konektivitas WiFi, memungkinkan sistem ini untuk dikontrol dan dimonitor secara jarak jauh melalui internet. Integrasi IoT dalam sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penyiraman jalan, tetapi juga memungkinkan pencatatan data lingkungan secara berkala sebagai bahan analisis lebih lanjut.

Berdasarkan penelitian dari (Ayu et al., 2024) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Pencemaran Udara Berbasis Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dengan Menggunakan Microcontroller ESP32”, alat yang dikembangkan menggunakan microcontroller ESP32 dengan sensor MQ-7 yang mengukur nilai ppm gas CO. Microcontroller dan sensor ditempatkan pada drone yang diterbangkan ke lokasi pengukuran, kemudian hasilnya dikirim secara wireless ke cloud server ThingSpeak berbasis IoT.

Penelitian lain dari (Aghorru & Koprawi, 2023) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pemantau Kualitas dan Polusi Udara PM2.5 yang Terintegrasi dengan Platform IoT” menunjukkan bahwa perubahan lingkungan dan penggunaan lahan memengaruhi tingkat PM2.5. Alat yang dirancang mampu memantau kualitas udara dengan integrasi IoT sebagai solusi untuk mitigasi pencemaran.

Selain itu, penelitian (Asniati et al., 2022) berjudul “Rancang Bangun Pemantau Kualitas Udara dalam Ruangan Berbasis Internet of Things” merancang alat untuk mendeteksi kadar CO dan CO₂ menggunakan ESP32 dengan modul WiFi. Sistem tersebut memberikan peringatan jika kadar gas melebihi ambang batas aman.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dirancang dan dibangun alat penyiram jalan otomatis berbasis sensor suhu dan debu dengan dukungan teknologi IoT menggunakan ESP8266. Alat ini diharapkan mampu menjadi solusi yang efektif dan efisien dalam mengurangi polusi debu secara otomatis, sekaligus mendukung upaya konservasi air dan pengelolaan lingkungan yang lebih cerdas.

2. METODE

2.1. Metode Pengumpulan Data

Didalam proses perancangan aplikasi ini diterapkan metode penelitian yang mendukung didalam proses perancangan, diantaranya adalah:

A. Identifikasi Masalah

Adapun hal-hal yang menjadi identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penyiraman jalan secara manual kurang efisien dan tidak mempertimbangkan kondisi debu serta suhu secara real-time.
2. Belum adanya alat penyiram yang dirancang khusus untuk bekerja otomatis berdasarkan kondisi suhu dan tingkat debu.

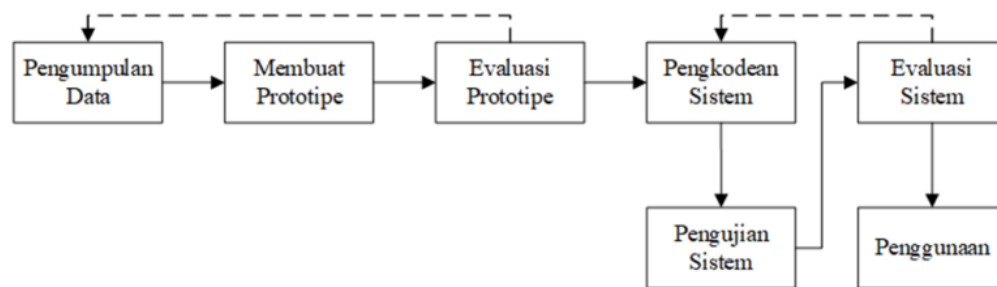
3. Belum tersedia alat penyiram jalan yang dapat dikendalikan dan dipantau secara jarak jauh melalui jaringan internet.
4. Terjadinya pemborosan air akibat penyiraman yang tidak efisien dan tidak sesuai dengan kebutuhan lingkungan.

B. Studi kepustakaan (*Library Research*)

Melakukan kegiatan studi pustaka baik dari media internet, jurnal, buku –buku yang berhubungan dengan kegiatan perancangan sebuah aplikasi, seperti dasar – dasar membangun sebuah Sistem Alat Penyiram Jalan Berbasis Sensor Suhu dan Debu Berbasis IoT untuk Mengurangi Polusi Debu.

C. Metode Perancangan Aplikasi

Adapun prosedur pembangunan aplikasi yang saya lakukan adalah menggunakan metode *waterfall* seperti yang terlihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Rancangan Alur Penelitian

Adapun keterangan dari *waterfall* penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Pengumpulan data
Data dikumpulkan dengan cara melakukan observasi secara langsung pada lingkungan rumah dan melakukan studi literatur dari berbagai referensi jurnal. Data yang diperoleh berupa analisis kebutuhan terkait hardware dan software yang digunakan untuk perancangan sistem, seperti Arduino IDE dan Fritzing
- b. Membuat prototipe
Pembuatan prototipe diawali dengan membuat skema diagram pada Fritzing dan membuat desain Alat Penyiram Jalan Berbasis Sensor Suhu dan Debu Berbasis IoT untuk Mengurangi Polusi Debu. Desain tersebut akan dicetak menggunakan bahan Akrilik yang telah disesuaikan dengan komponen yang digunakan
- c. Evaluasi Prototipe
Prototipe yang telah jadi akan dievaluasi apakah sudah sesuai. Jika terdapat ketidaksesuaian, maka akan dilakukan pengumpulan data lagi untuk memenuhi kebutuhan sistem.
- d. Pengkodean Sistem
Pengkodean sistem dilakukan menggunakan Arduino IDE. Pada tahap ini, prototipe yang telah jadi akan ditanamkan program agar dapat bekerja sesuai alur flowchart.
- e. Pengujian Sistem
Program yang telah dibuat akan dilakukan pengujian terlebih dahulu apakah terdapat error atau tidak. Jika tidak maka akan dilanjutkan ke tahap evaluasi.
- f. Evaluasi Sistem
Tahap evaluasi sistem berguna untuk mengetahui apakah terdapat kendala saat sistem tersebut digunakan. Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap kinerja sensor, arah gerak dan kemampuan Alat Penyiram Jalan Berbasis Sensor Suhu dan Debu Berbasis IoT untuk Mengurangi Polusi Debu.

g. Penggunaan

Pada tahapan ini user sudah dapat menggunakan Alat Penyiram Jalan Berbasis Sensor Suhu dan Debu untuk Mengurangi Polusi Debu.

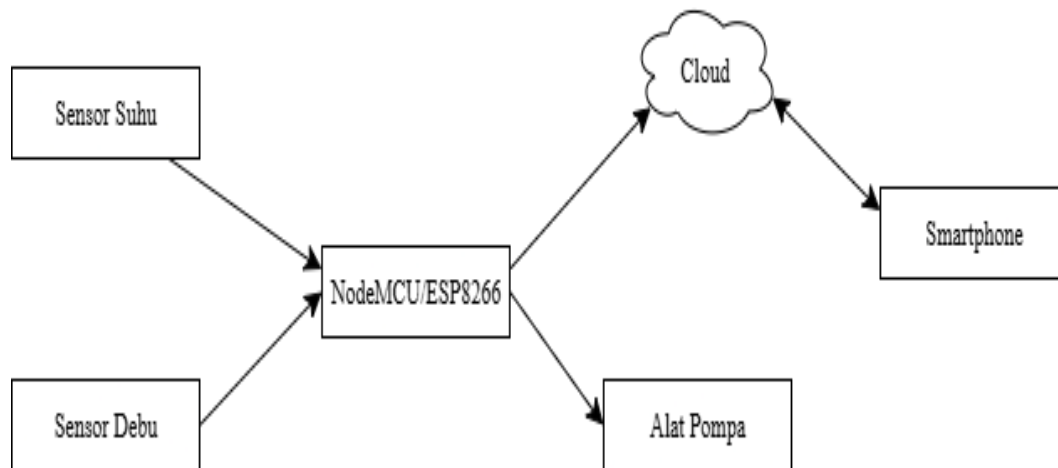
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembahasan

Polusi udara merupakan salah satu masalah lingkungan yang signifikan di wilayah perkotaan, terutama yang disebabkan oleh debu jalanan. Aktivitas kendaraan bermotor, pembangunan infrastruktur, dan kondisi jalan yang kering berkontribusi besar terhadap meningkatnya partikel debu di udara. Debu yang beterbangan tidak hanya mengganggu kenyamanan masyarakat, tetapi juga berdampak negatif terhadap kesehatan, seperti gangguan pernapasan, iritasi mata, dan alergi.

Salah satu solusi yang umum digunakan untuk mengurangi polusi debu di jalanan adalah dengan melakukan penyiraman jalan secara berkala. Namun, metode penyiraman manual sering kali tidak efisien karena tidak mempertimbangkan kondisi lingkungan secara real-time, sehingga dapat mengakibatkan pemborosan air dan tenaga. Di era digital dan otomatisasi seperti saat ini, teknologi berbasis Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Secara garis besar, membuat Rancang Bangun Alat Penyiram Jalan Berbasis Sensor Suhu dan Debu Berbasis IoT untuk Mengurangi Polusi Debu ditunjukkan pada gambar berikut :

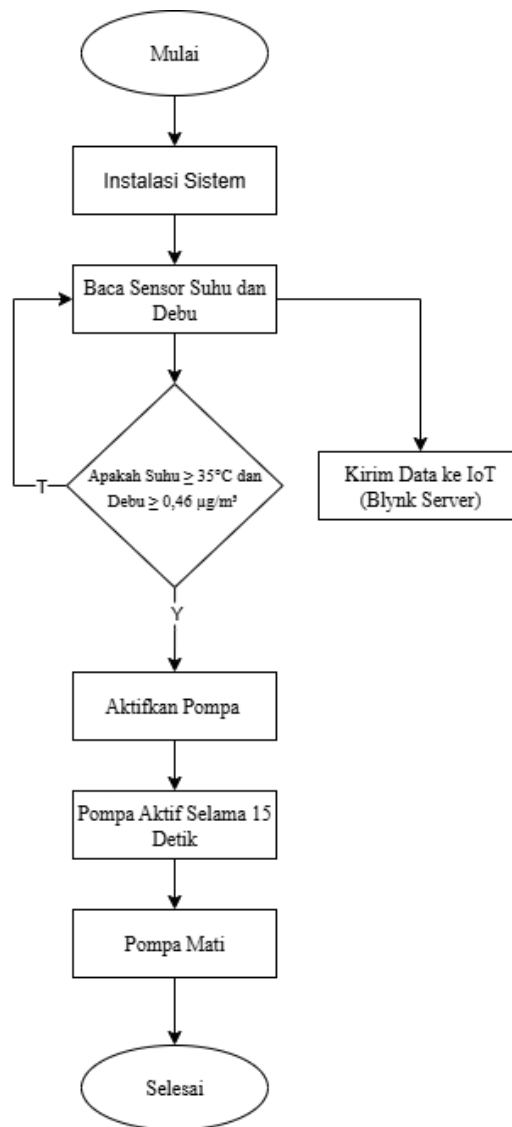


Gambar 2. diagram blok rangkaian

Berikut adalah penjelasan dari diagram blok rangkaian diatas :

1. Sensor Suhu & Debu untuk mendeteksi kondisi lingkungan.
2. Mikrokontroler untuk memproses data dari sensor.
3. Alat pompa untuk menggerakkan pompa atau membuka katup air.
4. Smartphone/Laptop untuk memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh.

Agar dapat melihat struktur jalannya program maka dibuat *flowchart* (diagram alur). *Flowchart* digunakan sebagai dasar acuan dalam membuat program. Struktur program akan lebih mudah dibuat atau didesain. Selain itu juga jika terdapat kesalahan akan lebih mudah untuk mendeteksi letak kesalahannya serta untuk lebih memudahkan dalam menambahkan instruksi-instruksi baru pada program jika nantinya terjadi pengembangan pada struktur programnya. Berikut adalah *flowchart* dari jalannya perangkat:

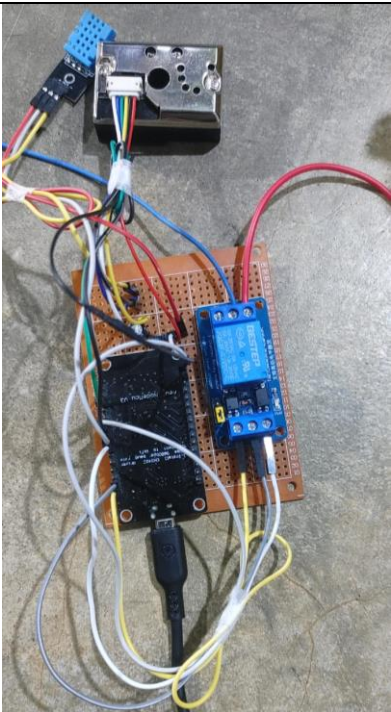
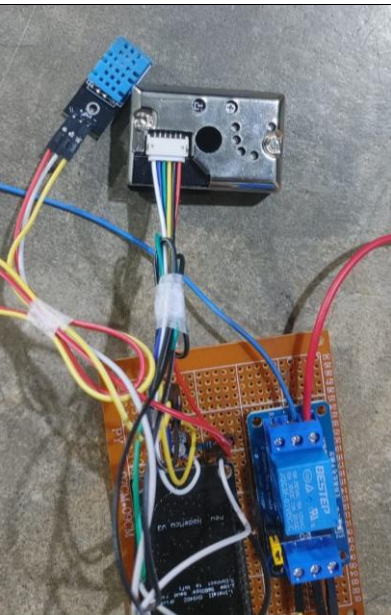


Gambar 3. *Flowchart* Perangkat

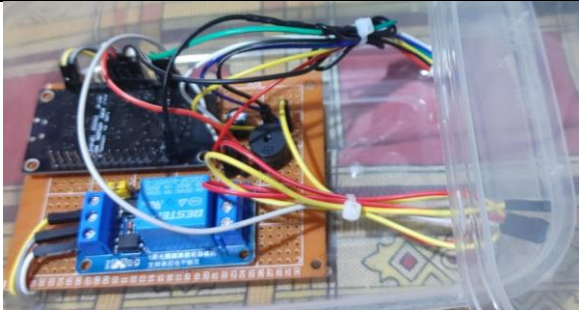
3.2. Hasil

Tampilan miniatur Rancang Bangun Alat Penyiram Jalan Berbasis Sensor Suhu dan Debu Berbasis IoT untuk Mengurangi Polusi Debu yang akan dibuat merupakan skema dari jaringan yang akan dibuat IoT ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangkaian Alat

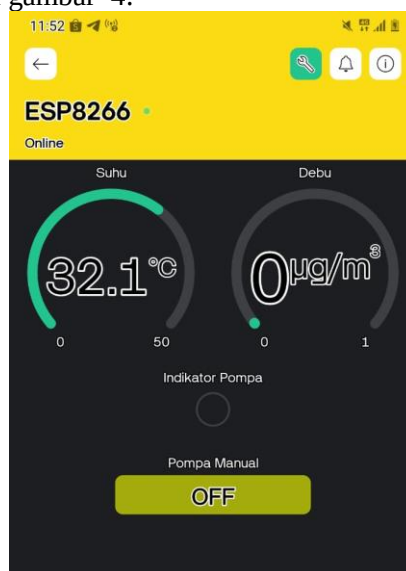
No	Gambar	Keterangan
1		Foto ini menampilkan rangkaian utama pada papan veroboard. Terlihat sebuah NodeMCU/ESP8266 sebagai mikrokontroler inti yang membaca sensor dan mengirim data ke platform IoT. Di sisi kanan terpasang modul relay 1-channel yang berfungsi sebagai saklar listrik untuk mengendalikan pompa air 12 V secara terisolasi dari rangkaian logika 5/3,3 V. Di bagian atas kiri terdapat sensor DHT11 (biru) untuk mengukur suhu dan kelembapan udara serta sensor debu optik tipe Sharp (housing logam umum: GP2Y10/GP2Y1014) yang mendeteksi konsentrasi partikel debu melalui hamburan cahaya. Kabel data dari sensor masuk ke pin-pin GPIO NodeMCU, sedangkan kabel biru/merah yang lebih tebal menuju relay/power. Rangkaian ini menunjukkan integrasi seluruh komponen minimal: akuisisi data sensor pemrosesan pada ESP8266 aktuasi melalui relay.
2		Pengambilan gambar difokuskan pada sensor debu dan DHT11 beserta bundel kabel menuju papan utama. Terlihat konektor pabrikan sensor debu dengan beberapa kawat (Vcc, GND, LED drive, dan output analog). Penempatan sensor dibiarkan agak menjauh dari papan untuk mengurangi interferensi panas dari regulator dan memberi sirkulasi udara yang lebih baik—hal ini penting agar pembacaan debu dan suhu lebih representatif terhadap lingkungan sekitar.

3		Gambar ini menyorot modul konverter daya step-down (buck) ke USB berwarna merah. Komponen ini menurunkan tegangan sumber 12 V baterai menjadi 5 V untuk memberi suplai stabil ke NodeMCU melalui port micro-USB. Penggunaan buck converter menjaga efisiensi dan mencegah over-voltage pada mikrokontroler. Dua kabel hitam tipis adalah input 12 V (dari baterai), sementara keluaran 5 V disalurkan lewat konektor USB ke board.
4		Terlihat pompa diafragma 12 V (housing kuning/hitam) yang menjadi aktuator penyiraman, dipasangkan dengan baterai 12 V sebagai sumber utama. Kabel merah-hitam dari pompa diarahkan ke jalur yang dikendalikan relay, sehingga pompa hanya aktif saat NodeMCU memberi perintah ON. Konfigurasi ini memastikan beban arus tinggi pompa terpisah dari rangkaian kontrol berdaya rendah, sekaligus meminimalkan risiko drop tegangan pada mikrokontroler.
5		Foto sudut lebar yang memperlihatkan keseluruhan sistem saat uji meja: baterai 12 V, pompa, papan kendali (NodeMCU + relay + sensor), dan konverter step-down. Susunan ini menggambarkan aliran kerja sistem: sensor mengamati suhu/kelembapan dan kadar debu yaitu NodeMCU memproses logika ambang (threshold) mengaktifkan relay yaitu pompa menyemprot air untuk

		menurunkan debu di area uji. Pada tahap ini biasanya dilakukan pengecekan fungsi tiap komponen serta validasi rangkaian daya.
6		Rangkaian mulai diintegrasikan ke dalam boks plastik sederhana sebagai casing. Papan veroboard, NodeMCU, dan relay ditempatkan rapih di dalam wadah; sensor debu dan DHT11 diposisikan di tepi/tutup boks agar kontak udara langsung sehingga pembacaan tidak bias oleh suhu internal kotak. Pengkabelan diikat untuk mengurangi getaran dan short. Kemasan ini memudahkan mobilitas alat saat dipindah ke lokasi pengujian lapangan.
7		Tampilan prototipe akhir saat pengujian fungsional: boks kontrol tertutup dengan indikator LED menyala, pompa terhubung ke selang penyiraman, dan baterai 12 V sebagai catu portabel. Konverter step-down terlihat menyuplai 5 V ke NodeMCU. Pada kondisi operasi, NodeMCU membaca nilai debu (misalnya PM proxy dari sensor optik) dan suhu; ketika melebihi ambang yang ditetapkan, sistem secara otomatis mengaktifkan relay sehingga pompa menyembrotkan air. Arsitektur ini mendukung konektivitas IoT (melalui Wi-Fi ESP8266) untuk mengirim data pemantauan dan log aktivasi pompa, sehingga pengguna dapat memantau kualitas udara lokal serta respons penyiraman secara real-time.

8		Terlihat rangkaian fisik alat penyiram jalan yang terdiri dari beberapa komponen utama. Sebuah pompa air DC berwarna hitam dengan bagian kepala kuning digunakan untuk mengalirkan air dari wadah penampung ke selang penyiram. Pompa ini mendapat suplai daya dari aki berwarna kuning yang berfungsi sebagai sumber energi utama sistem. Di dalam kotak transparan terdapat rangkaian mikrokontroler ESP8266 beserta modul relay dan kabel penghubung yang berfungsi sebagai otak sistem, mengatur kapan pompa menyala atau mati berdasarkan data sensor. Selang hijau digunakan sebagai saluran masuk air dari ember penampung, sedangkan selang merah menjadi saluran keluaran menuju area penyemprotan.
---	---	---

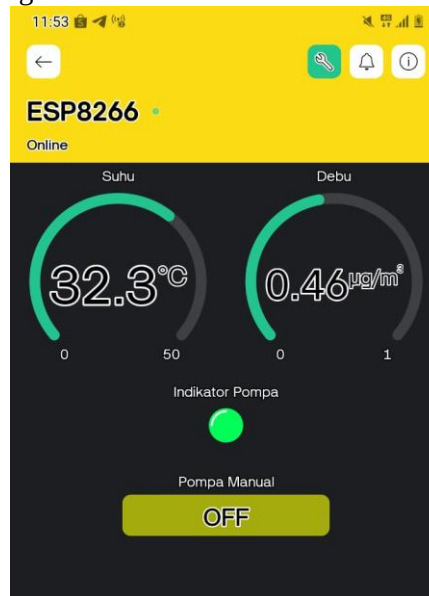
Tampilan aplikasi Rancang Bangun Alat Penyiram Jalan Berbasis Sensor Suhu dan Debu Berbasis IoT untuk Mengurangi Polusi Debu yang akan dibuat merupakan skema dari jaringan yang akan dibuat IoT ditunjukkan pada gambar 4:



Gambar 4. Tampilan Aplikasi IoT (Pompa Mati)

Gambar diatas memperlihatkan antarmuka aplikasi IoT pada smartphone yang terhubung dengan ESP8266. Tampilan ini menunjukkan dua indikator utama, yaitu suhu lingkungan sebesar 31,5°C dan konsentrasi debu sebesar 0,04 µg/m³. Status tombol kontrol pada posisi mati (warna abu-

abu) menandakan bahwa pompa air tidak sedang beroperasi. Aplikasi ini memungkinkan pemantauan data sensor secara real-time sekaligus memberi kendali manual terhadap pompa dari jarak jauh.



Gambar 5. Tampilan Aplikasi IoT (Pompa Menyala)

Gambar diatas menunjukkan kondisi ketika pompa diaktifkan melalui aplikasi IoT. Suhu terbaca sebesar 31,3°C dan konsentrasi debu 0,37 µg/m³. Tombol kontrol berubah menjadi warna hijau yang menandakan pompa sedang beroperasi dan mengalirkan air ke selang penyiram. Mode ini dapat diaktifkan baik secara manual melalui aplikasi maupun otomatis berdasarkan ambang batas suhu atau debu yang telah diprogram pada mikrokontroler.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan pengujian alat penyiram jalan berbasis sensor suhu dan debu menggunakan teknologi IoT, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang mampu membaca suhu lingkungan dan konsentrasi debu secara real-time melalui sensor suhu DHT dan sensor debu, kemudian mengirimkan data tersebut ke aplikasi IoT berbasis ESP8266 dengan koneksi Wi-Fi.
2. Alat dapat mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika suhu atau tingkat debu melebihi ambang batas yang telah ditentukan, sehingga efektif membantu mengurangi polusi debu di area jalan.
3. Kontrol manual melalui aplikasi IoT berfungsi dengan baik, memungkinkan pengguna menyalakan atau mematikan pompa dari jarak jauh tanpa harus berada di lokasi alat.
4. Sistem bekerja stabil dengan waktu respon cepat dan memiliki estimasi ketahanan daya yang cukup untuk penggunaan lapangan, terutama pada mode otomatis yang tidak selalu mengaktifkan pompa.
5. Rangkaian elektronik dan pompa dapat beroperasi dengan aman selama uji coba, meskipun diperlukan proteksi tambahan terhadap air dan kondisi lingkungan luar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Potensi Utama yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Anggasemara, N. L. K. I., Suarjaya, I. M. A. D., & Bayupati, I. P. A. (2023). Rancang Bangun Penyedot Debu Berbasis Internet of Things. *Walisongo Journal of Information Technology*, 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.21580/wjit.2023.5.1.16123>
- [2] Anwar, N., Azis, W. A., Irawan, B., & Widodo, A. M. (2022). Perancangan Sistem Kendali Kunci Keamanan Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan QR-Code. In *Jurnal Algoritma, Logika dan Komputasi* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/10.30813/j-alu.v5i1.3598>
- [3] Asniati, A., Hasiri, E. M., & Rosmiani, W. O. (2022). Prototipe Sistem Pendeteksi Polusi Udara Menggunakan Sensor Asap Mq-2, Sensor Gas Mq-6 Dan Sensor Api Pada Ruangan Dengan Output Alarm Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Informatika*, 11(2), 137. <https://doi.org/10.55340/jiu.v11i2.1204>
- [4] Ayu, W. S., Nanda, R. R., & Arman, M. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pencemaran Udara Berbasis Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dengan Menggunakan Microcontroller ESP32. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 15(1), 181–188. <https://doi.org/10.35313/irwns.v15i1.6240>
- [5] Fahlevi, I., & Ardiansyah, M. (2022). Implementasi Alarm Kebakaran Otomatis Berbasis (IOT) Internet Of Things Menggunakan Metode Fuzzy Logic Pada Ruang Server Jaringan (Studi Kasus : YBY. Net). *Informatika*, 3(2), 2022.
- [6] Fuad Hasyim, & Imam Suharjo. (2024). Sistem Notifikasi Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Produksi Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Esp8266. *Pixel :Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 17(1), 149–158. <https://doi.org/10.51903/pixel.v17i1.1999>
- [7] Perbawa, K. A. (2022). Application of Linear Congruential Generator (LCG) Algorithm in Android Based Mathematics Education Game Penerapan Algoritma Linear Congruential Generator (LCG) dalam Game Edukasi Matematika Berbasis Android. *Jurnal Komputer, Informasi Dan Teknologi*, 2(1), 47–56.
- [8] Pratama, A. P., Maulana, F. S., & Kusumadiarti, R. S. (2021). Sistem Pemantauan Ketebalan Debu & Suhu Pada Ruangan Menggunakan Aplikasi Telegram berbasis IoT. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(4), 2198–2211. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i4.1191>
- [9] Raihan, A. . R., & Firmawati, N. (2022). Rancang Bangun Prototype Sistem Smart Greenhouse Untuk Sayur Bayam (*Amarantus hybridus* l.) Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Fisika Unand*, 11(4), 494–500. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.4.494-500.2022>
- [10] Sadali, M., Putra, Y. K., Kertawijaya, L., & Gunawan, I. (2022). Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara Dijalan Raya Dengan Platform IOT. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 5(1), 11–21. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i1.4384>
- [11] Safitri, D. N. (2021). Implementasi Metode Linear Congruential Generator pada Game Puzzle Kesenian Tari. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(1), 129–140. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i1.632>
- [12] Setiaji, A. (2020). RANCANG BANGUN APLIKASI PEMESANAN DESAIN JERSEY BERBASIS ANDROID DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI FIREBASE (Studi Kasus : Konfeksi Minister). *Jurnal Sistem Informasi Dan Sains Teknologi*, 2(2). <https://doi.org/10.31326/sistek.v2i2.664>
- [13] Setiawan, H., Khodi Inzaghi, A., Faisaldinatha, A., & Agung Adhavian, I. (2022). MONARBU: Sistem Monitoring Partikel Debu, Studi Kasus di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia. *Ajie*, 6(January),

21–28. <https://doi.org/10.20885/ajie.vol6.iss1.art3>

- [14] Setiawan, H., Sahertian, J., & Dara, M. (2021). Rancang Bangun Sistem Monotoring Penyiram Tanaman Padi Berbasis IoT (Internet Of Things). *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 166–173. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/1032?articlesBySameAuthorPage=2>
- [15] Things, I. O., Butar, A. B., & Haryanto, E. V. (2024). *Rancangan Bangun Alat Penyiraman Jalan Berbasis Internet Of Things*. 3.
- [16] Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, & Erma Sova. (2022). Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(3), 40–53. <https://doi.org/10.56127/juit.v1i3.334>