

## Integrasi *Internet of Things* untuk Sistem Monitoring Suhu Kulkas Dan Debu Pada Ruang Penyimpanan Obat

Lidia Maria Arsai<sup>1\*</sup>, Abdul Zaid Patiran<sup>2</sup>, Andreas Sumendap<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Teknik Informatika, Universitas Papua, Papua Barat, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Elektro, Universitas Papua, Papua Barat, Indonesia

\*e-mail *Corresponding Author*: lidiaarsai@gmail.com

### Abstract

*The quality and safety of drug storage in pharmacies is highly dependent on controlled environmental conditions, in particular temperature and air cleanliness. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring system that can monitor refrigerator temperature and dust levels in drug storage rooms in real-time. The system uses DS18B20 temperature sensors and GP2Y1010AU0F dust sensors integrated with ESP8266 microcontrollers to collect environmental data. The data is then sent to Google sheets for analysis and visualization. The test results show that this system is effective in monitoring drug storage conditions, with a high level of accuracy and responsive notification capabilities. The implementation of this system is expected to improve the quality of drug storage in the Nabila Farma pharmacies, reduce the risk of drug damage, and increase operational efficiency.*

**Keywords:** *Internet of Things; Temperature monitoring; Dust; Medicine storage; Pharmacy*

### Abstrak

Kualitas dan keamanan penyimpanan obat di apotek sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang terkendali, khususnya suhu dan kebersihan udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memantau suhu kulkas dan tingkat debu di ruang penyimpanan obat secara real-time. Sistem ini menggunakan sensor suhu DS18B20 dan sensor debu GP2Y1010AU0F yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP8266 untuk mengumpulkan data lingkungan. Data tersebut kemudian dikirimkan ke *Google sheet* untuk dianalisis dan divisualisasikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam memantau kondisi penyimpanan obat, dengan tingkat akurasi yang tinggi dan kemampuan notifikasi yang responsif. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas penyimpanan obat di apotek Nabila Farma, mengurangi risiko kerusakan obat, dan meningkatkan efisiensi operasional.

**Keywords:** *Internet of Things; Pemantauan Suhu; Debu; Penyimpanan obat; Apotek*

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital yang pesat memungkinkan perangkat keras untuk terhubung melalui Internet, yang dikenal sebagai *Internet of Things* (IoT). IoT memudahkan berbagai alat elektronik dalam aktivitas sehari-hari untuk terhubung dan berinteraksi melalui internet. Teknologi ini digunakan secara luas dalam pemantauan kondisi lingkungan dan pengontrolan peralatan elektronik seperti sensor, aktuator, freezer, kulkas dan kamera pengawas (CCTV). Perangkat-perangkat ini dilengkapi dengan mikrokontroler dan koneksi internet, sehingga dapat berkomunikasi antar perangkat dan dengan pengguna secara *real-time* [1], IoT memungkinkan pemantauan suhu dan tingkat debu secara *real-time*. Dengan IoT, berbagai perangkat yang terhubung ke internet dapat mengumpulkan data, menerima data, dan berkomunikasi satu sama lain melalui IP yang terintegrasi [2]. Data yang dikumpulkan dapat dianalisis, sistem IoT memungkinkan pelacakan historis dan dokumentasi otomatis dari kondisi penyimpanan. Data historis ini sangat berguna untuk analisis jangka panjang, audit, dan pembuktian kepatuhan terhadap standar kualitas. Integrasi IoT dalam sistem monitoring ini menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan keamanan, efisiensi, dan kepatuhan dalam penyimpanan obat-obatan [3]. *Internet of Things* (IoT) adalah suatu rancangan yang bertujuan agar perangkat elektronik dapat saling berkomunikasi secara mandiri, dan dapat menerima serta mengirimkan data menggunakan koneksi jaringan internet. *Internet of Things*

dapat dimanfaatkan untuk melakukan pemantau dan pengendalian pada suatu tempat tertentu, untuk itu solusi untuk memonitoring sensor debu dan suhu pada kulkas yang lebih efektif dan efisien dalam ruang penyimpanan obat. Dengan menggunakan sensor-sensor yang terhubung ke jaringan IoT, informasi tentang suhu pada kulkas dan debu dapat dikumpulkan secara real-time bahkan memungkinkan sistem otomatis yang dapat mengirimkan peringatan jika terjadi peningkatan atau rendahnya debu dan suhu kulkas.

Dalam bidang kesehatan, IoT memiliki peran penting dalam bidang Kesehatan salah satunya adalah dalam pemantauan suhu kulkas dan debu pada ruang penyimpanan obat-obatan. Faktor yang paling dominan mempengaruhi kualitas material dan produk saat penyimpanan yaitu suhu. Suhu penyimpanan yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan material atau produk. Maka dari itu material dan produk harus disimpan pada suhu penyimpanan yang sesuai serta dilakukan pengendalian atau monitoring suhu penyimpanan agar ketika terjadi ketidaksesuaian dapat segera ditangani [4]. Suhu kulkas yang tepat sangat penting untuk menjaga stabilitas, kualitas dan keamanan obat, serta mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang dapat mengkontaminasi obat. Penyimpanan obat di suhu dingin sangat penting untuk mencegah degradasi dan menjaga efektivitas obat, termasuk vaksin, insulin, antibiotik, dan hormon. Prosedur penyimpanan yang sesuai harus selalu diikuti untuk memastikan obat tetap aman dan efektif [5]. Standar KEMENKES suhu dalam Farmakope Indonesia edisi VI, 2020 menyatakan bahwa suhu dingin: termasuk dingin pada suhu kurang dari 8 ° C, suhu ini berasal dari dalam lemari pendingin dengan rentang 2 ° sampai dengan 8 ° C.

Selain suhu, kualitas udara dalam ruang penyimpanan juga penting, terutama terkait dengan debu yang dapat mempengaruhi kondisi ruang dan keamanan obat. Udara yang tercemar dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan dan kualitas penyimpanan obat.

Debu merupakan hal yang mengganggu dan berpengaruh terhadap kondisi suatu tempat atau ruangan oleh karena itu, udara harus memiliki kualitas agar tidak membawa dampak negatif terhadap tubuh dan benda yang berada pada ruangan [6]. Kadar debu di pada ruangan memenuhi syarat jika berada dibawah standar NAB yang sudah ditetapkan yaitu 10 kg/m<sup>3</sup>.

Ruang penyimpanan obat adalah bagian penting dalam industri Kesehatan. Penyimpanan obat merupakan salah satu tahapan manajemen dalam bentuk sediaan farmasi untuk menjaga kualitas obat, serta untuk mengurangi resiko kehilangan dan kerusakan Keselamatan dan kualitas obat-obatan sangat tergantung pada kondisi suhu yang tepat. Penyusunan obat di Apotek Nabila Farma telah menerapkan sistem FEFO (*First Expired First Out*) dan FIFO (*First In First Out*). Hal ini telah sesuai dengan persyaratan dan ketentuan menurut Permenkes No. 72 tahun 2016 [7]. Pemantauan suhu pada kulkas dan debu menggunakan sensor DS18B20 dan GP2Y1010AU0F yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP8266 kemudian data akan dikirim Google sheet secara real-time merupakan inovasi yang penting dalam industri farmasi untuk meningkatkan pengawasan terhadap kondisi penyimpanan obat-obatan yang secara akurat dan *real-time*.

Penelitian ini bertujuan untuk mampu mengembangkan *Integrasi Internet of Things* (IoT) untuk Monitoring Suhu kulkas dan Debu pada Ruang Penyimpanan Obat di Apotek Nabila Farma (Manokwari). Manfaat dari penelitian ini adalah menerapkan teknologi IoT dalam sistem monitoring Suhu dingin dan Debu di ruang penyimpanan obat, menjaga kualitas obat tetap baik, mempermudah petugas dalam memonitoring suhu kulkas dan debu di dalam ruangan penyimpanan obat. Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang *Integrasi Internet of Things* (IoT) untuk Monitoring Suhu kulkas dan Debu pada Ruang Penyimpanan Obat di Apotek Nabila Farma (Manokwari).

## 2. Tinjauan Pustaka

Beberapa peneliti terdahulu yang melakukan penelitian terkait dengan *Internet of Things* (IoT) yang dijadikan referensi untuk penyusunan penelitian ini. Penelitian [8] menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mengamati dan menganalisisnya, dibuatlah Sistem Pemantauan Debu dan Suhu. dibuat menggunakan Telegram. Dimana hasil dari alat ini berupa tampilan besaran jumlah ketebalan debu dan suhu yang ada didalam ruangan tersebut dengan sensor Debu GP2Y1010AU0F dan sensor suhu DHT11 untuk pemantauan secara *real-time*.

Penelitian [9] menghasilkan sebuah alat yang mampu memonitor kualitas udara di ruang operasi secara terintegrasi berbasis *Internet of Things*. Semua sensor digabungkan dan dikendalikan dalam satu mikrokontroler, output dari hasil integrasi dibagi menjadi dua yaitu display dan cloud berbasis IoT. Aplikasi Thingspeak menampilkan hasil pengukuran dan analisis

yang menunjukkan performa semua komponen yang terintegrasi berfungsi dengan baik. Pengukuran suhu penyimpangan rata rata 1.19% akurasi 98.81%, pengukuran kelembaban penyimpangan rata rata 0.74% akurasi 99.26%, pengukuran tekanan udara penyimpangan rata rata 0.75% akurasi 99.25%, pengukuran kepekatan debu pada nilai nol ( $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) standar tegangan outputnya  $\leq 0.6 \text{ V}$  hasil pengukuran 0.34 V.

Penelitian [10] mengenai penggunaan Internet of Things (IoT) terhadap Simulasi Suhu dan Kelembaban di Ruang Produksi Obat Non Steril Menggunakan Sensor Suhu (LM35) dan Sensor Kelembaban (DHT22) Berbasis Arduino dan Web. Alat ini akan mendeteksi suhu dan kelembaban di setiap ruang produksi obat non steril secara berkala, jika suhu melebihi batas maksimal pada ruang produksi obat non steril maka kipas akan menyala mengeluarkan udara panas yang di dalam. Dari semua data yang telah terkumpul akan diproses oleh *Microcontroller Arduino Uno R3* dan akan ditampilkan di website sebagai interfacenya, untuk pendeteksian dini di website tampil DC Fan yang berputar apabila suhu melebihi batas maksimal. Pengiriman data menggunakan ESP8266 sebagai modul wirelles.

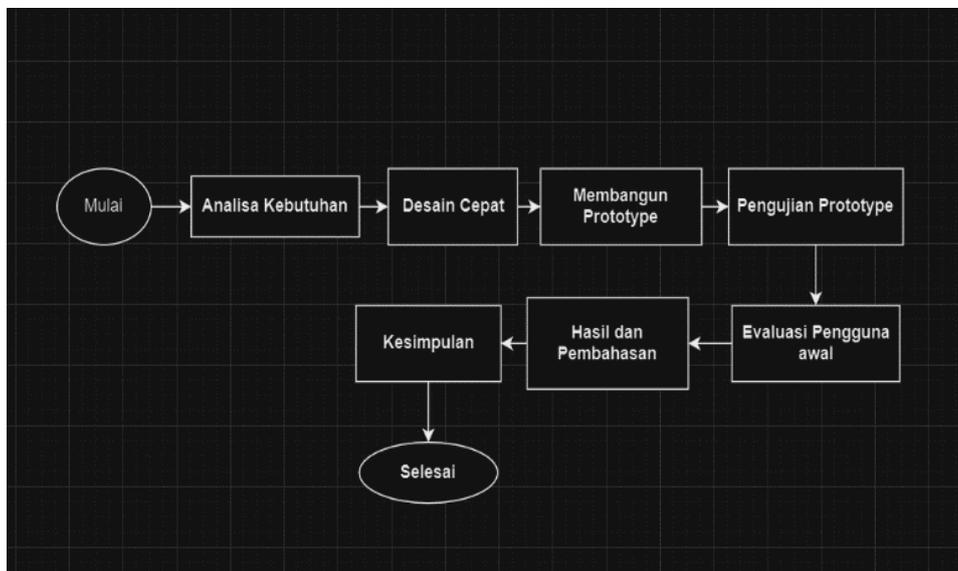
Penelitian [11] menerapkan internet of things pada industri farmasi agar proses pemantauan suhu ruangan dan pengolahan data lebih efisien. Hasil Penelitian ini sistem pemantauan suhu berbasis internet of things memiliki tingkat akurasi yang sangat baik untuk pengukuran suhu. Dengan nilai akurasi suhu 99,32% dengan error 0,68%, rata-rata galat keseluruhan berada dibawah nilai toleransi 1%. Aplikasi sistem pemantauan suhu ruang penyimpanan industri farmasi berbasis internet of things ini, memudahkan, mempercepat, meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses kegiatan pemantauan suhu. Penelitian lainnya [12] melakukan rancang bangun prototipe kulkas berbasis *internet of things* (IoT).

Perbedaan pada penelitian ini dengan menggunakan aplikasi pengolah data dalam layanan suite produktivitas yaitu *Google Workspace (google sheets)* sebagai media pengumpulan data monitoring sensor yang telah dipantau pada ruangan penyimpanan obat dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 dan debu GP2Y1010AU0F.

### 3. Metodologi

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Pada tahap penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan berdasarkan metode prototype [13]:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

##### 1) Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi dan analisis kebutuhan sistem dari pengguna akhir, yaitu pihak apotek. Identifikasi kebutuhan meliputi spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan, serta parameter-parameter yang harus dipantau (suhu kulkas dan kadar debu).

## 2) Desain Cepat

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dilakukan desain awal sistem secara cepat. Desain ini mencakup perancangan arsitektur sistem, diagram alir data, dan spesifikasi teknis dari komponen-komponen yang akan digunakan.

## 3) Membangun *Prototype*

Tahap ini melibatkan pengembangan *prototype* sistem monitoring suhu dan debu. *Prototype* ini terdiri dari sensor suhu DS18B20, sensor debu GP2Y1010AU0F, mikrokontroler ESP8266, dan perangkat pendukung lainnya. Firmware untuk mikrokontroler juga dikembangkan dan di-flash untuk menghubungkan sensor dengan *platform cloud (google sheet)*.

## 4) Pengujian *Prototype*

Tahapan ini dilakukan pengujian pada pengujian ini alat sensor diletakan didalam ruang penyimpanan obat juga pada kulkas dan melakukan pengukuran atau membaca keakuratan debu pada ruangan dan juga suhu pada kulkas kemudian memastikan bahwa sensor dapat berfungsi untuk membaca data suhu kulkas dan debu yang dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan dan sistem berfungsi dengan baik seperti yang diharapkan, hal ini dilakukan pada setiap jam kerja atau setengah hari dimulai pada pagi hingga malam hari.

## 5) Evaluasi Pengguna Awal

*Prototype* yang telah diuji kemudian akan dievaluasi oleh pengguna awal, yaitu staf apotek. Evaluasi ini melibatkan penggunaan sistem dalam kondisi nyata untuk memantau suhu kulkas dan kadar debu di ruang penyimpanan obat berada dalam rentang batas yang ditetapkan atau tidak. Jika debu di ruang berada pada rentang yang diinginkan sesuai konsentrasi maksimum yang diizinkan dalam ruang penyimpanan obat dan suhu yang sesuai maka tidak akan ada perbaikan *feedback* dari pengguna awal yang akan dikumpulkan untuk memperbaiki dan menyempurnakan sistem.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Analisis Kebutuhan

Analisa kebutuhan non-fungsionalitas merupakan analisis yang dibutuhkan untuk kebutuhan spesifikasi sistem, termasuk rentang suhu dan tingkat debu yang diizinkan dalam dalam ruang penyimpanan obat Pada tahapan ini bisa mencakup pemilihan sensor dan platform perangkat keras dan antarmuka yang dapat diakses pengguna untuk melihat data secara real-time. Kebutuhan non-fungsional yang dibutuhkan untuk membangun sistem ini terdiri dari dua yaitu: kebutuhan hardware dan kebutuhan software dapat dilihat pada tabel berikut.

#### 1) Kebutuhan hardware

Kebutuhan hardware yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perangkat *Hardware* (IoT)

Nama Alat	Fungsi
1. Sensor DS18B20	Mengukur suhu dingin penyimpanan obat.
2. Sensor GP2Y1010AU0F	Pengukur konsentrasi debu diruang penyimpanan obat.
3. Breadboard	Sebagai papan pemasangan komponen elektronik.
4. Kabel Jumper	Sebagai penghubung dari ESP8266 ke sensor maupun modul wifi.
5. MicrocontrollerNodeMCU ESP8266	Sebagai pengolah data dari sensor dan mengirim data ke server melalui internet.
6. Laptop	Untuk memonitoring data sensor yang telah terdeteksi.

Nama Alat	Fungsi
7. Kapasitor	Untuk menyimpan dan membantu dalam pengaturan arus dan tegangan.
8. Resistor	Untuk membatasi aliran arus listrik dalam rangkaian, melindungi komponen lain dari kerusakan akibat arus yang berlebihan.
9. Kabel USB	Sebagai penghubung antar Microcontroller dan sensor ke Laptop.

## 2). Kebutuhan Software (IoT)

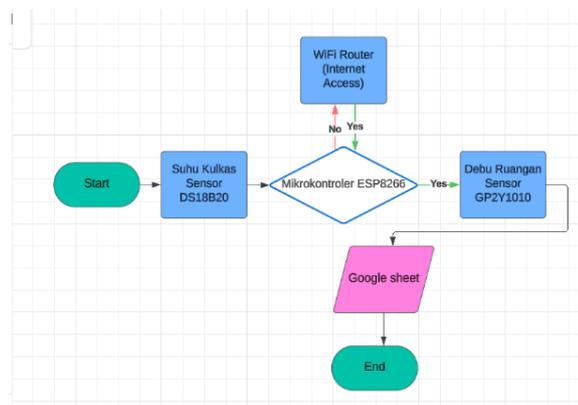
Kebutuhan *software* yang digunakan pada perancangan sistem monitoring suhu kulkas dan debu pada ruang penyimpanan obat ini sebagai berikut:

Tabel 2. Perangkat *Software* (IoT)

Nama Alat	Fungsi
1. Google Sheet	Platform cloud yang digunakan untuk mengelolah dan menyimpan data sensor suhu kulkas dan debu secara real-time
2. Arduino IDE	Perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengkompilasi, dan mengunggah kode ke mikrokontroler ESP8266.
3. Windows 11	Sistem Operasi Laptop

## 4.2 Desain Cepat

Pada bagian ini Sensor DS18B20 sebagai pembaca suhu dingin pada kulkas dan sensor debu GP2Y1010AU0F untuk densitas debu pada ruang secara real time dan NodeMCU Esp8266 yang berfungsi sebagai perangkat keras yang mengirim data menggunakan wifi dengan layanan internet untuk dapat mengirim data sensor suhu kulkas dan densitas debu yang termonitor ke dalam google sheet dan dapat di tampilkan pada google sheet secara berturut secara real time.



Gambar 2. Desain Cepat

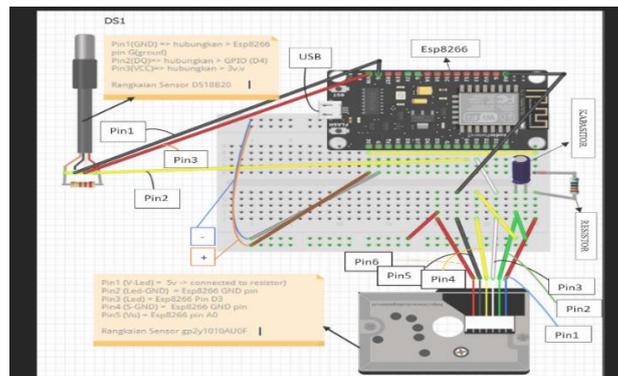
## 4.3. Membangun Prototype

Pada tahapan penelitian ini rangkaian sistem monitoring suhu kulkas dan debu ini terdiri dari beberapa rangkaian kabel untuk perangkat keras dengan bagian positif (+), negatif (-) dan kabel data/usb juga kabel jumper male to male dan male to female yang menghubungkan sensor suhu DS18B20 dan debu GP2Y1010AU0F dan mikrokontroler nodeMCU dan juga untuk menghubungkan ke Arduino Ide.

### 1). Sensor Suhu DS18B20

Sensor ini memiliki 3 pin: VCC (pin Positif), GND (pin Negatif), DQ (pin Data) untuk membangun rangkaian untuk mengambil data sensor suhu DS18B20 yang dihubungkan ke Mikrokontroler ESP8266 dengan menggunakan kabel jumper pada bagian:

- Pin GND (kabel hitam) ke GND
- Pin DQ (kabel kuning) ke GPIO 2 (D4) dan VCC (kabel merah) pada Vin Esp8266 dengan tambahan resistor pull-up sebesar 10ohm antar pin DQ dan VCC(3v3). dapat dilihat berikut gambar 2.



Gambar 3. Prototype sensor suhu & debu

### 2). Sensor Debu GP2Y1010AU0F

Sensor GP2Y1010AU0F memiliki 6 pin yang dihubungkan ke Mikrokontroler pin LED-GND (kabel hijau) ke GND Lalu pin LED (putih) ke GPIO0 yang mendukung PWM pada Esp8266, Lanjut pin S-GND (kuning) ke GND setelah pin Vo (hitam) ke pin A0 (Analog In), pin Vcc (merah) ke(5V) pada Esp8266, resistor 4.7k, kapasitor 220µF. Dapat dilihat pada gambar 2.

## 4.4 Hasil Pengujian Prototype

Pada pengujian ini dilakukan untuk memastikan sensor suhu dan debu berfungsi dengan baik juga memastikan mikrokontroler dapat terhubung ke wi-fi dan mengirim data ke Arduino ide kemudian diteruskan ke Google Sheets tanpa ada kehilangan data. Dengan meletakkan kedua sensor pada masing-masing tempat yaitu didalam kulkas dan juga pada sudut ruang penyimpanan di apotek Nabila farma. Untuk memastikan Suhu pendingin berada dalam rentang yang sesuai dengan standar penyimpanan yaitu (2°C hingga 8°C) sedangkan konsentrasi densitas debu umumnya berada di bawah batas NAB yang telah ditetapkan (10 kg/m<sup>3</sup>).

### 1) Pembacaan Data

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat lunak mampu membaca data dari sensor dengan baik dan menampilkannya pada serial monitor. Data yang terbaca sesuai dengan nilai yang diharapkan.

```

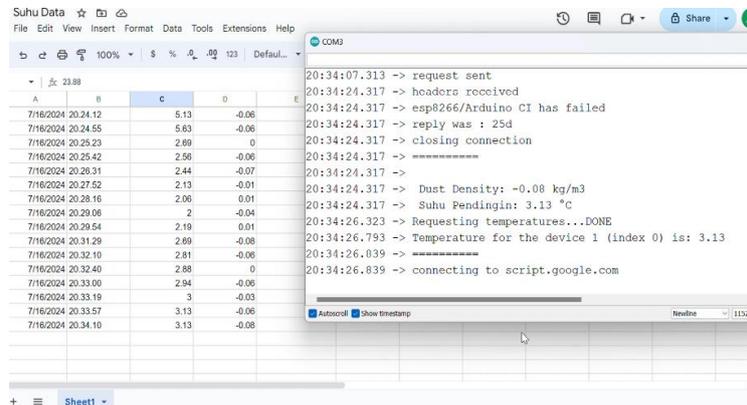
COM3
20:56:37.876 -> Dust Density: -0.05 kg/m3
20:56:37.922 -> Suhu Pendingin: 1.31 °C
20:56:39.929 -> Requesting temperatures...DONE
20:56:40.393 -> Temperature for the device 1 (index 0) is: 1.38
20:56:40.393 -> =====
20:56:40.393 -> connecting to script.google.com
20:56:55.483 -> connection failed
20:56:55.483 -> Dust Density: -0.01 kg/m3
20:56:55.530 -> Suhu Pendingin: 1.38 °C
20:56:57.539 -> Requesting temperatures...DONE
20:56:58.004 -> Temperature for the device 1 (index 0) is: 1.31
20:56:58.004 -> =====
20:56:58.004 -> connecting to script.google.com
Autoscroll Show timestamp Newline 115200 baud

```

Gambar 4. Hasil serial monitor Arduino IDE

## 2) Pengiriman Data ke Google Sheets

Pengujian pengiriman data ke *Google Sheets* dilakukan dengan mengamati apakah data yang terbaca oleh sensor dapat dikirim dan disimpan pada *Google Sheets*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data berhasil dikirim dan disimpan dengan baik, dengan interval pengiriman setiap 2 menit. Pengambilan data dilakukan pada saat jam kerja dimulai dari pukul 09:55 pagi hingga pukul 10:15 malam. Hasil pengujian pengiriman data dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 5. Hasil monitoring pengujian sensor kegoogle sheet

## 3) Tabel hasil monitoring sensor Suhu dan debu

Table hasil monitoring data sensor yang terkirim dan tercatat di isi Tanggal sebagai bukti kapan pengambilan data dan Time pengambilan data, Temperatur (°C): Suhu pendingin(kulkas) dalam derajat Celcius, Debu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) untuk Konsentrasi debu dalam mikrogram per meter kubik, Keterangan: Status atau kondisi berdasarkan data yang diambil menunjukkan suhu dan debu berada pada kondisi yang normal atau tidak normal.

Tabel 3. Monitoring Suhu dan Debu

No.	Date	Time	Temperature °C	Debu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Keterangan
1.	16/07/2024	20.24.12	5.63	-0.06	Normal
2.	16/07/2024	20.24.55	2.69	0	Normal
3.	16/07/2024	20.25.23	2.56	-0.06	Normal
4.	16/07/2024	20.25.42	2.44	-0.07	Normal
5.	16/07/2024	20.26.51	2.13	-0.01	Normal
6.	16/07/2024	20.28.16	2.06	-0.01	Normal
7.	16/07/2024	20.29.06	2	-0.04	Normal
8.	16/07/2024	20.29.54	2.19	-0.01	Normal

## 4.5 Pembahasan

*Integrasi Internet of Things (IoT)* dalam sistem monitoring suhu kulkas dan debu pada ruang penyimpanan obat memiliki peran krusial dalam memastikan kondisi penyimpanan yang optimal. Kondisi suhu dan kualitas udara merupakan faktor yang sangat mempengaruhi stabilitas, efektivitas, dan keamanan obat-obatan yang disimpan. IoT memungkinkan pemantauan parameter lingkungan secara *real-time* dan otomatis, yang sangat penting dalam mencegah terjadinya kondisi penyimpanan yang tidak sesuai. Teknologi IoT memungkinkan pengumpulan data yang akurat dan konsisten dari sensor-sensor yang terpasang di ruang penyimpanan, sebagaimana dalam [14]. Dengan memanfaatkan sensor suhu seperti DS18B20 dan sensor debu seperti GP2Y1010AU0F, sistem ini dapat memonitor lingkungan penyimpanan secara terus-menerus dan mengirimkan data secara real-time ke platform yang terintegrasi, seperti *Google Sheets* atau *dashboard* khusus. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengawasi kondisi penyimpanan dari jarak jauh dan menerima notifikasi jika terjadi penyimpangan dari parameter yang ditentukan, seperti suhu yang keluar dari rentang 2°C hingga 8°C yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia. Temuan ini memperkuat temuan [15] dalam sistem pemantauan dan pengendalian suhu pada media penyimpanan secara jarak jauh.

## 5. Simpulan

Sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan suhu kulkas dan debu di ruang penyimpanan obat di apotek telah terbukti efektif dalam memberikan data real-time yang akurat. Penelitian ini memberikan solusi praktis untuk industri farmasi dalam menjaga kualitas dan keamanan obat-obatan, dan implementasi lebih lanjut dapat meningkatkan standar pengelolaan penyimpanan obat di apotek dan fasilitas kesehatan lainnya. Penggunaan sensor DS18B20 untuk suhu dan sensor GP2Y1010AU0F untuk debu memberikan hasil yang andal dan cepat. Implementasi sistem ini membantu apotek Nabila Farma dapat menjaga kualitas obat dengan lebih baik melalui pemantauan kondisi penyimpanan yang terus menerus. Meskipun terdapat beberapa tantangan seperti kebutuhan koneksi internet yang stabil dan kalibrasi sensor berkala, manfaat yang diperoleh dari sistem ini jauh lebih besar dalam hal pengawasan dan pemeliharaan kondisi penyimpanan obat yang optimal.

## Daftar Referensi

- [1] P. Wijaya and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Suhu dan Ketinggian Air pada Akuarium Ikan Hias berbasis IoT," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 225-234, 2022, doi: 10.30865/json.v4i1.4539.
- [2] A. P. O. Amame, R. W. Febriana, M. Artiyasa, and husain, *Pemanfaatan Dan Penerapan Internet of Things (Iot) Di Berbagai Bidang*. Jambi: Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [3] S. Gitakarma, "Peranan Internet of Things Dan Kecerdasan Buatan Dalam Teknologi Saat Ini," *J. Komput. dan Teknol. Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [4] E. Sutarmi, "Monitoring Dan Evaluasi Penyimpanan Obat Bersuhu Dingin Di Instalasi Farmasi Pusat Rumah Sakit Santo Yusup Bandung", *Repository*, Universitas Bhakti Kencana, 2020.
- [5] Departemen Kementerian Kesehatan RI, *Suplemen I Farmakope Indonesia VI*. 2020.
- [6] Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri Menteri Kesehatan Republik Indonesia," *Kementeri. Kesehat. Republik Indones.*, pp. 1–22, 2002.
- [7] N. Febryanti, A. Hasrawati, and A. M. Kamri, "Profil Penyimpanan Obat Di Instalasi Farmasi Rumah Sakit Antam Pomalaa Kabupaten Kolaka," *Makassar Pharm. Sci. J.*, vol. 1, no. 4, pp. 295–306, 2024.
- [8] A. P. Pratama, F. S. Maulana, and R. S. Kusumadiarti, "Sistem Pemantauan Ketebalan Debu & Suhu Pada Ruangan Menggunakan Aplikasi Telegram berbasis IoT," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 4, pp. 2198–2211, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i4.1191.
- [9] S. Tesis and A. Mutohar, "Prototype Alat Monitoring Kualitas Udara Di Ruang Operasi Yang Terintegrasi Berbasis IoT," *Repository.Unissula.Ac.Id*, 2021.
- [10] F. D. Silalahi, J. Dian, and N. D. Setiawan, "Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Produksi Obat Non Steril Menggunakan Arduino Berbasis Web," *J. JUPITER*, vol. 13, no. 2, pp. 62–68, 2021.
- [11] A. Setiawan and S. Suminto, "Aplikasi Internet of Things (Iot) Sistem Pemantauan Suhu Ruang Penyimpanan Industri Farmasi," *Epic J. Electr. Power Instrum. Control*, vol. 4, no. 2, pp. 185-194, 2021, doi: 10.32493/epic.v4i2.18485.
- [12] A. Surya and S. Winardi, "Rancang Bangun Prototipe Kulkas Berbasis Internet Of Things (IoT)," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 11–17, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i1.596.
- [13] E.W. Fridayanthie, H. Haryanto, & T. Tsabitah, "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 23, no. 2, pp.151-157 2021.
- [14] A. Zilham and R. Gunawan, "Potensi Iot Dalam Industri 4.0," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 2, pp. 1932–1940, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9209.
- [15] F.Y. Perdana, & Z. Budiarmo, "Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Pada Gudang Penyimpanan Ikan Menggunakan Arduino Berbasis IoT. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 8, no. 1, pp. 121-128, 2024.