



Implementasi IoT dan Android untuk Pemantauan dan Pemeliharaan Alat Pelindung Diri K3 di PT Paku Jaya

Muhammad Aqifur Rohman^{1✉}, Denny Irawan¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.47356

✉ Corresponding author:

[muhammad.aqifur210603009@umg.ac.id], [den2mas@umg.ac.id]

Article Info	Abstrak
<i>Kata kunci:</i> <i>Alat Pelindung Diri;</i> <i>IoT;</i> <i>ESP32;</i> <i>RFID;</i> <i>Aplikasi Android</i>	Industri konstruksi memiliki banyak faktor sebagai penyebab kecelakaan kerja, namun yang paling banyak disorot adalah kesadaran pekerja dalam penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) untuk menjaga kualitas Alat Pelindung Diri (APD) di ruang penyimpanan dengan cara memantau kondisi lingkungan dan aktivitas petugas. Sistem ini dirancang untuk memantau suhu ruangan, kelembaban, dan kualitas udara guna memastikan APD disimpan dalam kondisi yang sesuai standar. Selain itu, sistem dilengkapi dengan modul Radio Frequency Identification (RFID) untuk mencatat dan memantau aktivitas petugas yang keluar-masuk ruang penyimpanan. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat pengolahan data yang terhubung dengan berbagai sensor dan modul RFID, serta berfungsi mengirim data secara real-time ke server melalui jaringan Wi-Fi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau kondisi suhu ruangan secara akurat dalam rentang 20-25°C serta kelembaban udara pada 40-60% dan mendeteksi aktivitas petugas secara efektif. Kondisi debu dalam ruangan terjaga dibawah nilai 10 mg/m³ dengan memanfaatkan kipas blower. Sistem ini diharapkan dapat mendukung pengelolaan penyimpanan APD yang lebih aman, efisien, dan berbasis teknologi.
<i>Keywords:</i> <i>Personal Protective Equipment;</i> <i>IoT;</i> <i>ESP32;</i> <i>RFID;</i> <i>Android Apps</i>	Abstract <i>The construction industry has many factors that cause work accidents, but the most highlighted is worker awareness in using Personal Protective Equipment (PPE). This study develops an Internet of Things (IoT)-based monitoring system to maintain the quality of Personal Protective Equipment (PPE) in the storage room by monitoring environmental conditions and officer activities. This system is designed to monitor room temperature, humidity, and air quality to ensure that PPE is stored in standard conditions. In addition, the system is equipped with a Radio Frequency Identification</i>

(RFID) module to record and monitor the activities of officers entering and leaving the storage room. The ESP32 microcontroller is used as a data processing center connected to various sensors and RFID modules, and functions to send data in real time to the server via a Wi-Fi network. The test results show that the system is able to monitor room temperature conditions accurately in the range of 20-25°C and air humidity at 40-60% and detect officer activities effectively. Indoor dust conditions are maintained below 10 mg/m³ by utilizing a blower fan. This system is expected to support safer, more efficient, and technology-based PPE storage management.

1. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia terus berusaha untuk meningkatkan industri konstruksi yang semakin berkembang. Menurut data BPS pada tahun 2023 jumlah pekerja tetap di perusahaan konstruksi di Jawa Timur adalah 146.143 orang (Badan Pusat Statistik, 2024). Jumlah kecelakaan kerja yang tinggi dalam industri konstruksi merupakan salah satu masalah terbesar dalam pengembangan industri (Putri & Lestari, 2023). Hal ini disebabkan oleh lokasi, pengaruh cuaca, dan ruang lingkup pekerjaan, sehingga proyek konstruksi menjadi menyumbang kasus kecelakaan kerja tertinggi (Ketenagakerjaan, 2023a). Salah satu hal yang paling banyak disorot adalah kesadaran pekerja dalam penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang berfungsi untuk melindungi seseorang dari bahaya di tempat kerja (Ketenagakerjaan, 2023b).

Salah satu perusahaan konstruksi di Kabupaten Gresik, PT Paku Jaya, mewajibkan penggunaan APD K3 di semua proyek konstruksi untuk memastikan keselamatan dan kesehatan kerja. Salah satu bentuk komitmen PT Paku Jaya dalam menunjang penerapan K3 adalah dengan memperhatikan kondisi penyimpanan dan kualitas APD K3 sehingga layak dan siap digunakan.

Penelitian (Suryanto & Rizky, 2024) bertujuan untuk merancangan sistem kontroling serta monitoring kepadatan debu untuk skala maintenance (perawatan) pada unit Air Conditioner berbasis Internet of Things (IoT) secara real-time dengan menggunakan sensor GP2Y1010AU0F. Penelitian lain (Hidayat & Sari, 2021), (Kusumah et al., 2023) memanfaatkan sensor DHT11 untuk melakukan monitoring suhu dan kelembaban ruangan. Sementara itu, penelitian (Leo & Aziz, 2021) menggunakan RFID untuk merancang kunci pintu otomatis dalam meningkatkan keamanan perkantoran. Pada penelitian lainnya oleh (Khairat et al., 2022) melakukan monitoring suhu ruang pada budidaya jamur tiram menggunakan Android. (Praing & Purba, 2022) dalam penelitiannya memanfaatkan android sebagai media monitoring suhu dan kondisi infus pasien. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, peneliti menggunakan pihak ketiga sebagai dasar penggunaan aplikasi android seperti Blynk dan MQTT sehingga laporan yang dibuat kurang fleksibel.

Berdasarkan kajian literatur di atas, dilakukan suatu penelitian untuk mengintegrasikan sensor DHT11, GP2Y1010AU0F dan RFID sebagai solusi untuk memantau suhu, kelembaban dan kebersihan udara dari debu secara realtime pada ruang penyimpanan APD K3. Sensor DHT11 dipilih karena kemampuannya untuk melakukan pengukuran suhu dan kelembaban yang akurat (Tapala & Wardhana, 2024). ESP32, sebagai platform mikrokontroler yang fleksibel, memungkinkan pemrograman yang efisien dan integrasi yang mudah (Systems, 2025).

Penelitian ini penting dilakukan karena dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan ruang penyimpanan APD K3 hingga mengurangi risiko kerusakan barang akibat kondisi penyimpanan yang tidak optimal dengan memantau kondisi dan keamanan APD K3. Implementasi teknologi ini merupakan langkah awal yang penting dalam mengembangkan solusi monitoring penyimpanan yang lebih modern dan berkelanjutan.

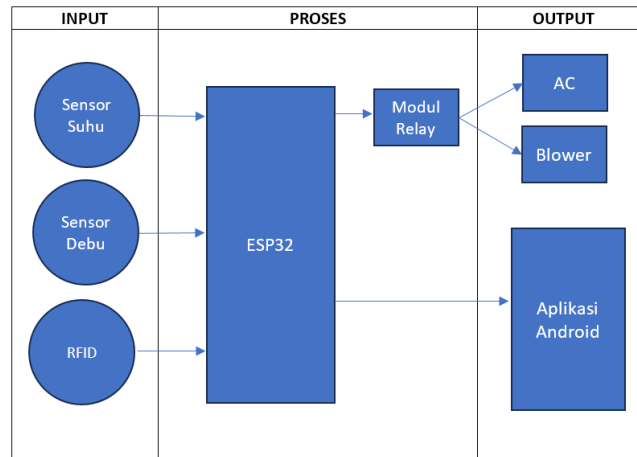
2. METODE

Metodologi penelitian ini melibatkan beberapa tahapan yang terstruktur mencakup perancangan perangkat lunak (software) dan perancangan perangkat keras (hardware).

Perancangan Software

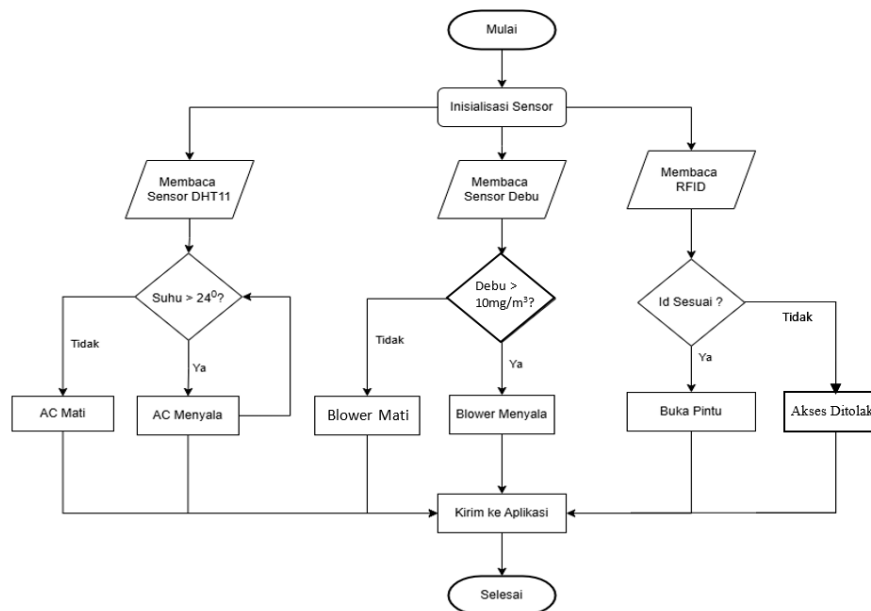
Langkah awal membuat prototipe untuk mendeteksi dan memonitoring kondisi suhu, kelembaban serta kebersihan udara pada gudang penyimpanan peralatan K3 adalah dengan membuat blok diagram yang ditunjukkan pada gambar 1.

Input diproses melalui ESP32 dan modul relay, dengan inputan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban udara, selanjutnya sensor GP2Y1010AU0F sebagai pendeteksi kebersihan udara, dan RFID yang berfungsi sebagai pemantauan akses ruang penyimpanan APD K3. Output menggunakan AC dalam mengatur suhu ruangan, dan blower sebagai penetralisir udara dengan cara kerja membuang udara dalam ruangan. Untuk menginformasikan suhu dan kelembaban telah terdeteksi maka akan menampilkan data pada aplikasi android sebagai media informasi secara realtime.



Gambar 1. Konsep blok sistem

Flowchart Sistem pada gambar 2 memberikan gambaran tentang bagaimana suatu proses berjalan, mulai dari input sensor hingga output AC, blower dan android.

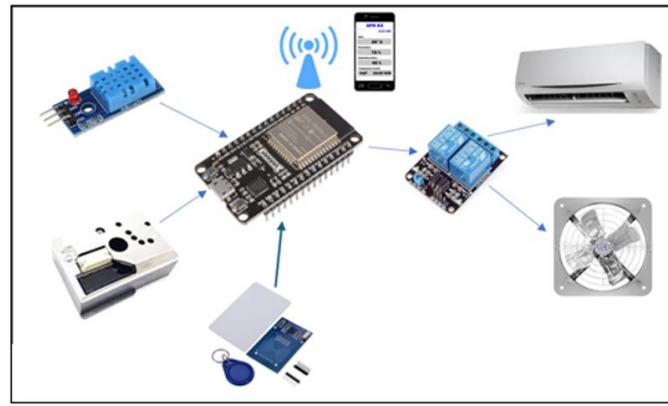


Gambar 2. Flowchart Sistem

Sensor DHT11, sensor GP2Y1010AU0F, dan RFID mengirimkan data kepada ESP32 yang akan diproses sesuai dengan kondisi dimana kepadatan debu ini diukur dalam satuan miligram per meter kubik (mg/m^3) atau mikrogram per meter kubik ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Aisa Badjuka et al., 2014) dengan kandungan debu maksimal didalam udara ruangan dalam pengukuran rata-rata 8 jam adalah $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ (Kementerian Kesehatan, 2002). RFID secara otomatis mengidentifikasi orang atau objek dengan tag serta memungkinkan pengumpulan data menjadi yang lebih cepat dan mudah. (Want, 2004). Keseluruhan data yang diperoleh dari sensor akan ditampilkan pada aplikasi android.

Perancangan Hardware

Dalam perancangan perangkat keras ini digunakan dalam penelitian, letak perangkat keras tersebut dirancang sedemikian rupa sehingga dapat diatur tata letak yang sesuai yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Hardware

Perencanaan Sistem

Sistem dalam penelitian ini merupakan gabungan dari pembacaan nilai sensor serta pembuatan aplikasi berbasis android. Berikut penulisan kode program yang digunakan:

Sensor DHT11

Untuk dapat menggunakan sensor DHT11, maka terlebih dahulu harus diinstal library DHT11 pada Arduino IDE (*Software / Arduino*, n.d.). Gambar 4 menunjukkan kode program untuk membaca sensor DHT11.

```

1  #include "DHT.h"
2  #define DHTPIN 5
3  #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
4  DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
5  void setup() {
6  |   Serial.begin(115200);    dht.begin();
7  }
8  void loop() {
9  |   delay(2000);
10 |   float h = dht.readHumidity();    float t = dht.readTemperature();
11 |   float f = dht.readTemperature(true); float hif = dht.computeHeatIndex(f, h);
12 |   float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);
13 |   Serial.println("-----");
14 |   Serial.print("Kelembaban : ");    Serial.print(h);
15 |   Serial.print("%, Suhu : ");      Serial.print(t);
16 |   Serial.println("°C");            Serial.println("");
17 }
    
```

Gambar 4. Kode Program Sensor DHT11

Sensor GP2Y1010AU0F

Dalam membaca sensor GP2Y1010AU0F membutuhkan 2 buah PIN yaitu analog dan digital. Gambar 5 menunjukkan kode program untuk membaca sensor GP2Y1010AU0F.

```

1  int measurePin = 34;    int ledPower = 13;
2  unsigned int samplingTime = 280;    unsigned int deltaTime = 40;
3  unsigned int sleepTime = 9680;    float voMeasured = 0;
4  float calcVoltage = 0;    float dustDensity = 0;
5  void setup() {
6  |   Serial.begin(115200);    pinMode(ledPower, OUTPUT);
7  }
8  void loop() {
9  |   delay(2000);    digitalWrite(ledPower, LOW);
10 |   delayMicroseconds(samplingTime); voMeasured = analogRead(measurePin);
11 |   delayMicroseconds(deltaTime);    digitalWrite(ledPower, HIGH);
12 |   delayMicroseconds(sleepTime);    calcVoltage = voMeasured*(5.0/1024);
13 |   dustDensity = 0.17*calcVoltage-0.1; Serial.print("Kepadatan debu : ");
14 |   Serial.println(dustDensity);    Serial.println("");
15 }
    
```

Gambar 5 Kode program sensor GP2Y1010AU0F

RFID

Library yang digunakan dalam pembacaan RFID adalah MFRC522. Gambar 6 menunjukkan kode program untuk membaca RFID

```

1 #define SS_PIN 4
2 #define RST_PIN 5
3 #include <SPI.h>
4 #include <MFRC522.h>
5 MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
6 int status = 0; int out = 0;
7 void setup()
8 {
9   Serial.begin(9600); SPI.begin(); mfrc522.PCD_Init();
10 }
11 void loop()
12 {
13   if (!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) { return; }
14   if (!mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) { return; }
15   Serial.println(); Serial.print(" UID tag :");
16   String content = ""; byte letter;
17   for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++)
18   {
19     content.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? "0" : " "));
20     content.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX));
21   }
22   content.toUpperCase();
23 }

```

Gambar 6 Kode program RFID

ESP32

Pengiriman data sensor sehingga dapat ditampilkan melalui aplikasi android menjadi tugas utama dari ESP32, dengan menggunakan wifi, ESP32 akan mengirimkan data ke dalam database untuk selanjutnya aplikasi android akan membaca data tersebut. Gambar 7 menampilkan potongan kode program ESP32 dalam mengirimkan data sensor.

```

1 #include <WiFi.h>
2 const char* ssid = "AQIFUR-ROHMAN"; const char* password = "bismillah";
3 WiFiClient client; unsigned long lastTime = 0;
4 unsigned long timerDelay = 30000; const char *host = "http://pakujaya.berbagi-ilmu.online";
5 void loop() {
6   delay(1000);
7   WiFiClient client; const int httpPort = 80;
8   if (!client.connect(host, httpPort)) {
9     Serial.println("connection failed"); return;
10  }
11  String url = "http://pakujaya.berbagi-ilmu.online/harian/tambah/";
12  url += suhu; url += "/"; url += kelembab; url += "/"; url += debu;
13  client.print(url + "Connection: close\r\n\r\n");
14  unsigned long timeout = millis();
15  while (client.available() == 0) {
16    if (millis() - timeout > 1000) {
17      Serial.println(">>> Client Timeout !"); client.stop(); return;
18    }
19  }
20  while (client.available()) {
21    String line = client.readStringUntil('\r'); Serial.print(line);
22  }
23 }

```

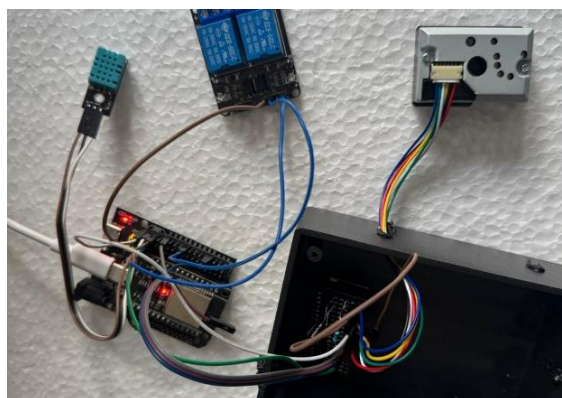
Gambar 7 Kode program pengiriman data

Android

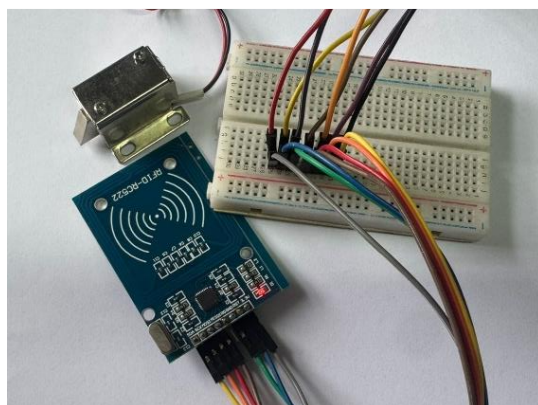
Aplikasi android dibuat menggunakan flutter yang merupakan framework yang diciptakan Google untuk para developer membangun sebuah aplikasi (*UI / Flutter*, n.d.). Data yang ditampilkan merupakan nilai dari sensor suhu, kelembaban, kepadatan debu dan pengguna yang memasuki ruang penyimpanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari perancangan hardware yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kinerja alat sesuai dengan flowchart system. Secara terpisah, gambar 8 dan 9 menunjukkan hasil dari perancangan hardware yang akan ditempatkan pada ruang penyimpanan.



Gambar 8 Rangkaian DHT11 dan GP2Y1010AU0F



Gambar 9 Rangkaian RFID

Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 mendeteksi suhu yang berada pada ruang penyimpanan. Sensor DHT11 akan membaca nilai suhu dalam bentuk derajat celsius ($^{\circ}\text{C}$) serta kelembaban. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan sensor DHT11 dalam membaca nilai suhu. Pengujian sensor DHT11 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian sensor DHT11

No	Waktu	Suhu	Kelembaban
1	10 Mei 2025 06:00	23.7	55
2	10 Mei 2025 07:00	22.3	56
3	10 Mei 2025 08:00	23.6	52
4	10 Mei 2025 09:00	24.0	57
5	10 Mei 2025 10:00	25.5	55
6	11 Mei 2025 05:00	24.2	56
7	11 Mei 2025 06:00	21.6	55
8	12 Mei 2025 18:00	24.5	56
9	12 Mei 2025 19:00	25.4	57
10	12 Mei 2025 20:00	24.3	56

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil dari pengujian DHT11 yang dilakukan dalam rentang waktu 1 jam. Dari hasil pengujian tersebut sensor dapat mendeteksi suhu ruangan dengan baik.

Pengujian Sensor GP2Y1010AU0F

Sensor GP2Y1010AU0F digunakan untuk mengukur kepadatan debu dalam ruang penyimpanan. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sensor GP2Y1010AU0F.

Tabel 2. Pengujian sensor GP2Y1010AU0F

No	Waktu	Kualitas Udara	Kepadatan Debu
1	10 Mei 2025 06:00	Baik	0.10
2	10 Mei 2025 07:00	Baik	0.16
3	10 Mei 2025 08:00	Baik	0.18
4	10 Mei 2025 09:00	Baik	0.20
5	10 Mei 2025 10:00	Baik	0.15
6	11 Mei 2025 05:00	Baik	0.21
7	11 Mei 2025 06:00	Baik	0.23
8	12 Mei 2025 18:00	Baik	0.17
9	12 Mei 2025 19:00	Baik	0.19
10	12 Mei 2025 20:00	Baik	0.20

Dari tabel 2 diperoleh informasi bahwa dalam rentang waktu 6 jam tidak terdapat perubahan yang signifikan dalam kepadatan debu ruang penyimpanan.

Pengujian RFID

Pengujian ini dilakukan dengan cara membaca tag oleh RFID Reader, untuk tag yang telah terdaftar dapat mengaktifkan selenoid untuk membuka kunci pintu ruang penyimpanan terlihat di Tabel 4;

Tabel 3. Pengujian RFID

Waktu	Kode Tag	Nama
11 Mei 2025 05:34	83 22 8F 2B	Wahyu
11 Mei 2025 05:40	58 CB C4 18	Aqif
12 Mei 2025 16:21	58 CB C4 18	Aqif
12 Mei 2025 16:32	FC AF 8B 6B	Akses ditolak
12 Mei 2025 18:02	83 22 8F 2B	Wahyu

Pengujian Aplikasi Android

Saat melakukan pengujian aplikasi, rangkaian peralatan yang terdiri dari sensor dan ESP32 berserta relay telah terpasang pada ruang penyimpanan APD K3 yang tampak pada gambar 10. Ruang penyimpanan telah dilengkapi dengan instalasi AC dan blower sesuai dengan kebutuhan sistem. Disaat suhu ruangan berada di atas nilai 20°C maka AC akan dinyalakan hingga suhu mencapai 22°C. Begitupun juga dengan kepadatan debu jika mencapai lebih besar dari 1 mg/m³ maka blower akan menyala guna mengeluarkan udara yang ada di dalam ruang penyimpanan hingga kondisi kepadatan debu mencapai 0.70 mg/m³.



Gambar 10 Penempatan Hardware pada ruang penyimpanan APD K3

Dari data yang telah dikirimkan oleh ESP32 yang tersimpan pada database, selanjutnya pengguna dapat memantau kondisi penyimpanan APD K3 melalui aplikasi android yang telah terinstal pada smartphone seperti pada gambar 11.



Gambar 11 Pemantauan APD K3 pada Aplikasi Android

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi pengawasan APD dan mempermudah proses pemeliharaan secara real-time. Sistem menggunakan sensor RFID dan sensor suhu, kelembaban, debu yang ditempatkan pada ruang penyimpanan APD dengan hasil pengujian

menunjukkan bahwa istem mampu mendeteksi kehadiran dan kondisi APD secara otomatis ketika pekerja memasuki area kerja. Tingkat akurasi pembacaan sensor mencapai 95–98%, yang menunjukkan keandalan sistem dalam melakukan pemantauan ruang penyimpanan APD. Aplikasi Android berfungsi sebagai antarmuka utama bagi petugas K3 dimana aplikasi menampilkan data kondisi ruang penyimpanan APD secara real-time dan histori penggunaan. Manfaat strategis bagi PT Paku Jaya adalah peningkatan keselamatan kerja karengan dengan sistem yang dapat memantau penggunaan APD secara langsung, risiko kecelakaan kerja akibat kelalaian kondisi APD dapat diminimalkan.

4. KESIMPULAN

Sistem mampu melakukan pemantauan suhu, kelembaban dan kepadatan debu serta dengan RFID dapat memantau pengguna yang masuk ke dalam ruang penyimpanan guna menjaga keamanan APD K3. Dengan android sebagai media pelaporannya akan mempermudah pengguna dalam melakukan pemantauan kondisi ruang penyimpanan karena dapat diakses dimana saja. Sistem ini menunjukkan potensi yang baik sebagai media pembelajaran sistem informasi berbasis IoT.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Secara tulus peneliti menyampaikan penghargaan yang mendalam kepada PT. Paku Jaya yang telah menjadi rekanan dalam penerapan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada PDA yang telah memberikan pendanaan secara menyeluruh serta meluangkan tenaga dan waktunya dalam keberhasilan penelitian ini.

6. REFERENSI

- Aisa Badjuka, S., Kawatu, Y. T., & Kesehatan Ligungan Poltekkes Kemenkes Manado, J. (2014). Kadar Debu, Suhu dan Kelembaban di Ruang Produksi Industri Meubelud. Gunung Jati Kota Manado Tahun 2013. In *Badjuka, dkk. Kadar Debu* (Vol. 3, Issue 2).
- Badan Pusat Statistik. (2024, December 27). *Banyaknya Pekerja Tetap Perusahaan Konstruksi*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjJlZlZl=/banyaknya-pekerja-tetap-perusahaan-konstruksi.html>
- Hidayat, D., & Sari, I. (2021). Monitoring suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 4(1), 525–530.
- Kementerian Kesehatan. (2002). *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri*. <https://bikinpabrik.id/wp-content/uploads/2019/02/2-KMK-No.-1405-ttg-Persyaratan-Kesehatan-Lingkungan-Kerja-Perkantoran-Dan-Industri.pdf>
- Ketenagakerjaan, B. (2023a, May 11). *Beragam Risiko yang Dihadapi Pekerja Konstruksi Setiap Hari*. <https://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/Artikel/17476/Artikel-Beragam-Risiko-Yang-Dihadapi-Pekerja-Konstruksi-Setiap-Hari.Bpjs>.
- Ketenagakerjaan, B. (2023b, November 1). *Cari Tahu Yuk, Apa Saja Alat Pelindung Diri K3!*. <https://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/artikel/17706/artikel-cari-tahu-yuk-apa-saja-alat-pelindung-diri-k3!.bpjs>
- Khairat, U., Basri, B., & Fakhurrozi, W. A. (2022). Monitoring Suhu Ruang Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Android Berbasis Arduino. *Technomedia Journal*, 7(1), 1–10.
- Kusumah, R., Islam, H. I., & Sobur, S. (2023). Sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis Internet of Things (IoT) pada ruang data center. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 7(1), 88–94.
- Leo, A., & Aziz, A. (2021). Perancangan Sistem Kunci Pintu Otomatis Menggunakan Rfid Arduino Uno. *Jurnal Ampere*, 6(1), 43–48.
- Praing, D. T. L., & Purba, A. (2022). Monitoring Suhu Dan Infus Pasien Rumah Sakit Pasca Pandemic Berbasis Android. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*.
- Putri, D. N., & Lestari, F. (2023). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Di Proyek Konstruksi: Literature Review. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 444–460.
- Software | Arduino. (n.d.). Retrieved May 26, 2025, from <https://www.arduino.cc/en/software/>
- Suryanto, S., & Rizky, F. M. (2024). Perancangan Sistem Kontroling Dan Monitoring Kepadatan Debu Pada Sistem Pendingin Dan Tata Udara Untuk Skala Maintenance (Perawatan) Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal INSAN Journal of Information System Management Innovation*, 4(2), 101–110.

Systems, E. (2025). *ESP32*. <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

Tapala, C. N. D., & Wardhana, A. S. (2024). SISTEM PEMANTAU SUHU DAN KELEMBAPAN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PADA GUDANG PENYIMPANAN. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral*, 4(1), 1132–1139.

UI | *Flutter*. (n.d.). Retrieved May 25, 2025, from <https://docs.flutter.dev/ui>

Want, R. (2004). RFID. *Scientific American*, 290(1), 56–65.