Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)
Vol. 5, No. 5, Mei 2025, Hal. 1215-1226
DOI: https://doi.org/10.52436/1.jpti.587
p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

Pengembangan Smart Toilet Berbasis IoT untuk Monitoring Kebersihan Toilet Secara Real-Time

Ihsan Cahyo Utomo[*1], Maryam[2], Asy Syifaur Roisah Rufaida[3], Afiqoh Akmalia Fahmi[4], Muhammad Wahyu Syafi'udin[5], Muhammad Rivai Putra Ramadhan[6]

[1,2,3,5,6]Teknik Informatika, Fakultas Komunikasi Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia
[4]Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia
Email: [1]icu886@ums.ac.id, [2]mar290@ums.ac.id, [3]asr623@ums.ac.id, [4]asr623@ums.ac.id, [5]aaf550@ums.ac.id, [6]l200210056@ums.ac.id, [7]rivairamadhan@gmail.com

Abstrak

Toilet merupakan area vital dalam setiap lingkungan, baik itu rumah, tempat umum, atau fasilitas komersial. Kebersihan toilet merupakan aspek yang sangat penting bagi kesehatan dan kenyamanan pengguna. Apalagi jika pengguna toilet tidak sadar akan kebersihan, mengakibatkan toilet bau dan ruangan toilet menjadi pengap. Namun, pemantauan kebersihan toilet secara manual sering kali tidak efisien dan tidak memberikan informasi secara *real-time* tentang kondisi aktual. Sehingga dibutuhkan suatu sistem otomatis dan *real-time* yang dapat memantau kebersihan toliet, terutama di lingkungan rumah tinggal. Implementasi teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi yang efektif untuk memantau dan mengelola kebersihan toilet secara efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem "*Smart Toilet*" berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu memantau kebersihan toilet secara real-time. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dan cepat tentang kondisi kebersihan toilet, sehingga memungkinkan tindakan yang cepat dan tepat dalam pemeliharaan dan sanitasi. Metode riset pada peneltian ini menggunakan Arduino dengan sensor suhu dan kandungan gas sekresi dari manusia**.** Standar amonia untuk bau biasa adalah sekitar 2 ppm, sedangkan suhu ruang toilet yang nyaman berkisar antara 22-25 derajat celcius sedangkan kelembapan berkisar antara 30 – 60 persen. Sistem *smart toilet* ini bekerja dengan mendeteksi suhu dan bau toilet yang diatas standar yang ditetapkan secara *real-time*, untuk dapat dilakukan penyemprotan lantai dengan air pembersih secara otomatis dan menyalakan alat sirkulasi udara melalui *smartphone*. Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kesehatan masyarakat melalui pengelolaan kebersihan yang lebih efektif dan real-time.

Kata kunci: Internet of Things, Monitoring, Sensor, Smart Toilet.

Iot-Based Smart Toilet Development For Real-Time Toilet Cleaning Monitoring

Abstract

Toilets are vital areas in every environment, be it a home, public place, or commercial facility. Toilet cleanliness is a very important aspect for the health and comfort of users. Moreover, if toilet users are not aware of cleanliness, it will cause the toilet to smell and the toilet room to become stuffy. However, manual monitoring of toilet cleanliness is often inefficient and does not provide real-time information about actual conditions. So an automatic and real-time system is needed that can monitor toilet cleanliness, especially in residential environments. The implementation of Internet of Things (IoT) technology can be an effective solution to monitor and manage toilet cleanliness efficiently. The purpose of this study is to design and implement an Internet of Things (IoT)-based "Smart Toilet" system that is able to monitor toilet cleanliness in real-time. This system is expected to provide accurate and fast information about the condition of toilet cleanliness, thus allowing fast and appropriate action in maintenance and sanitation. The research method in this study uses Arduino with temperature sensors and human secretion gas content. The ammonia standard for normal odor is

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

around 2 ppm, while the comfortable toilet room temperature ranges from 22-25 degrees Celsius and humadity from 30-60 percent. This smart toilet system works by detecting the temperature and odor of the toilet above the set standard in real-time, so that the floor can be sprayed with cleaning water automatically and the air circulation device (Exhaust Fan) can be turned on via a smartphone. The targeted output is publication in the Sinta 3 accredited national journal and application output

Keywords: *Internet of Things, Monitoring, Sensor, Smart Toilet.*

1. PENDAHULUAN

Toilet merupakan salah satu bagian vital dari setiap lingkungan, termasuk di rumah, tempat umum, maupun fasilitas komersial. Kebersihan toilet adalah aspek yang sangat penting bagi kesehatan, kenyamanan, dan keamanan pengguna. Namun, pemantauan kebersihan toilet secara manual sering kali tidak efisien dan tidak memberikan informasi secara *real-time* tentang kondisi aktual. Dalam konteks ini, implementasi teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi yang efektif untuk memantau dan mengelola kebersihan toilet secara efisien dan dapat meminimalkan beban kerja sehari-hari [1].

Di banyak rumah tinggal, masalah kebersihan toilet sering kali menjadi perhatian utama. Toilet yang kotor atau tidak terawat dapat menjadi sumber penyakit, menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna, apalagi jika penghuni rumah sibuk dengan kegiatan diluar, ketika pulang ke rumah menemukan kondisi pengap dan bau. Pemilik rumah pasti menghendaki kondisi toilet yang bersih dan harum ketika sampai rumah. Meskipun pembersihan toilet secara rutin dilakukan, tetapi tidak selalu memastikan bahwa kondisi toilet tetap bersih setiap saat, sehingga perlu adanya pemantauan secara real-time untuk memastikan toilet dalam kondisi bersih walaupun ditinggal untuk aktifitas setiap hari.

Dalam hal ini, pendekatan yang lebih proaktif dan efektif diperlukan untuk memantau dan mengelola kebersihan toilet secara lebih efisien. Dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT), dapat dibangun sistem pintar yang dapat memberikan pemantauan kebersihan toilet secara real-time dan memungkinkan tindakan yang cepat dan tepat dalam pemeliharaan dan sanitasi. Pada peneitian ini menggunaka arduino uno sebagai mikrokontroler dan dengan menggunakan beberapa sensor yaitu sensor kualitas udara dan sensor pendeteksi bau amoniak yaitu Sensor-137 [2],[3],[4]. Selain menggunakan sensor amoniak, pada penelitian ini juga dikembangkan pada monitoring suhu ruangan toilet agar ruangan toilet tidak pengap [5],[6]. Standar amoniak untuk bau biasa adalah sekitar 2 ppm, sedangkan suhu ruang toilet yang nyaman berkisar antara 22-25 derajat celcius dan kelembapan anatra 30-60%. Cara kerja dari sistem ini adalah ketika sensor mendeteksi adanya bau amonia diatas standar yang ditetapkan serta kondisi suhu toilet yang meningkat dari yang ditetapkan, maka sensor akan mengirim notifikasi kondisi toilet, sehingga pemilik rumah dapat melakukan tindakan dengan menyiramkan cairan pembersih dan menyalakan alat sirkulasi udara *(Exhaust fan*) dari *smartphone* secara otomatis [7].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa implementasi untuk sistem monitoring telah memberikan hasil yang positif [8],[9]. Beberapa penelitian yang melatar belakangi penelitian ini diantaranya penelitian yang berjudul "Smart Toilet Menggunakan Sensor Photodioda dengan Kontrol Otomatis". Penelitian ini memanfaatkan sensor photodioda untuk mendeteksi gerakan pada pintu. Cara kerja pada penelitian ini adalah jika terdeteksi adanya pergerakan membuka pintu maka selang 3 detik sistem otomatis akan menekan tombol parfum untuk menyemprotkan parfum pada ruangan toilet dan selenoid valve secara otomatis akan megeluarkan air untuk menyemprot toilet. Penelitian ini dikembangkan sebagai antisipasi terhadap orang yang lupa menyiram setelah buang air [10].

Peneltian lainnya adalah penelitian yang berjudul "Identifikasi kadar amoniak sebagai indikator bau toilet menggunakan perangkat MAS TUQUL" [11]. Pada penelitian ini membahas tentang toilet yang merupakan tempat sekresi dapat dilihat tingkat kebersihannya dari bau yang diidentifikasi dari kadar amoniak dalam toilet. Kadar amoniak menyumbang 67 persen dari bau toilet. Perangkat yang diberi nama mas tuqul ini akan melakukan identifikasi selama 15 menit untuk mengetahui keadaan udara pada toilet.

Penelitian lain adalah penelitian dengan judul "Rancang bangun sistem monitoring dan pembersih udara otomatis pada toilet umum berbasis IoT" [12]. Penelitian tersebut mengembangkan sistem monitoring kondisi udara pada toilet. Cara kerja sistem monitoring tersebut adalah medeteksi suhu, gas dan konsisi udara lainnya malalui aplikasi samrtphone, menggunakan sensor DS18B20 dan ME2, O2 I2C sehingga dapat melakukan sirkulasi udara secara otomatis untuk menjaga kebersihan toilet.

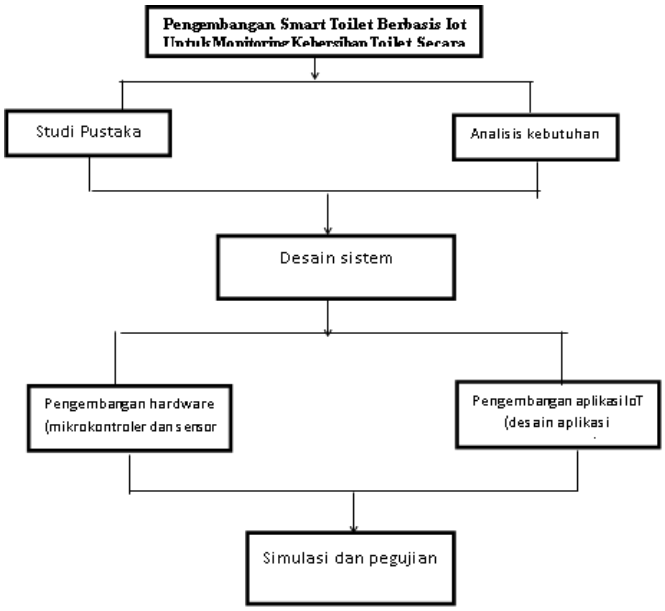
Penelitian ini memeliki beberapa keutamaan dari penelitian sebelumnya (1) pada penelitian ini dikembangkan aplikasi *smart toilet* yang dapat memantau kebersihan kamar mandi dengan pemantauan secara

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

real-time melalui perangkat samrtphone. (2) pada penelitian ini selain menggunakan monitoring terhadap gas amonia, karbondioksida dan karbon monoksida yang merupakan bau khas yang dikeluarkan manusia juga memantau suhu ruangan toilet agar tidak pengap dengan menggunakan sensor DS18B20 (3) dari hasil pengolahan sensor dapat dilakukan tindakan secara realtime penyemprotan cairan pembersih, penyemrotan parfum dan menyalakan alat sirkulasi udara dengan aplikasi samrtphone. penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem "*Smart Toilet*" yang menggunakan teknologi IoT untuk memantau kebersihan toilet secara real-time dengan tujuan meningkatkan efisiensi pemantauan dan pemeliharaan kebersihan toilet. Dengan penelitian ini diharapkan dapat mempermudah memantau kebersihan toilet atau toilet sehingga menciptakan kenyamanan bagi penghuni rumah serta dapat memperingan tugas sehari-hari dalam pemantauan kebersihan toilet, selain itu penelitian ini juga merupakan mengembangkan implementasi di bidang IoT untuk mendukung penerapan *smart home* melalui inovasi *smart toilet*. Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan kesehatan masyarakat melalui pengelolaan kebersihan yang lebih efektif dan real-time.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

2.1. Studi Pustaka

Pada tahapan ini dilakukan studi pustaka terkait IoT, *smart home*, sensor gas amoniak dan sensor DHT11. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang teknologi IoT, sensor kebersihan, dan sensor pendeteksi bau. Hasil dari studi literatur dijadikan pengetahuan dasar dan referensi untuk merancang sistem *smart toilet.*

2.2. Desain Sistem

Tahapan selanjutnya adalah merancang arsitektur sistem "*Smart Toilet*" yang mencakup komponen hardware dan software. Adapun komponen yang digunakan adalah sensor bau amoniak menggunakan sensoro MQ-137, sensor DHT11 untuk memantau kondisi ruangan toilet dan untuk merancang skema integrasi sensor menggunakan ESP32 dan Platform IoT yang digunakan adalah *Blynk.cloud*, yang berfungsi memghubungkan perangkat dengan *smartphone* sehingga dapat dipantau secara *realtime.*

2.3. Desain Teknologi

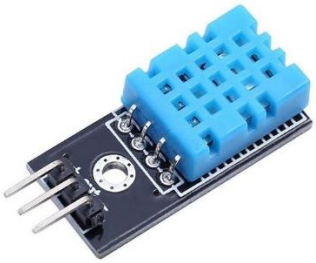
Desain teknologi adalah proses merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan solusi teknologi yang inovatif untuk memenuhi kebutuhan tertentu. Berikut desain rancangan awal desain teknologi yang direncanakan pada penelitian ini.

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

2.3.1. Komponen Utama

Sensor Kebersihan dan Lingkungan toilet:

1. Sensor Suhu: mengukur suhu ruangan, untuk mendeteksi tingkat kepengapan ruangan. suhu yang normal untuk ruangan berkisar antara 22-25 derajat celcius dan kelembapan berkisar antara 30-60 persen. Sensor Suhu yang digunakan adalah sensor DHT11. DHT11 merupakan sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembapan yang terintegrasi dalam satu modul. Luaran dari sinyal yang dihasilkan oleh sensor DHT11 berupa sinyal digital yang dikalibrasi. DHT11 memiliki akurasi pengukuran suhu yang cukup akurat, hasil pengukuran yang dihasilkan tidak jauh beda dengan hasil pengukran yang dihasilkan oleh pengukur suhu termometer. Bentuk fisik dari DHR11 dapa dilihat pada gambar 3 [13].



Gambar 3. Sensor DHT11

2. Sensor Gas: Mengukur kadar amonia dan gas lainnya untuk mendeteksi bau tak sedap. Sensor gas yang digunakan adalah sensor MQ-137. Sensor MQ-137 merupakan sensor sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan dan konsentrasi amonia (NH_3) di udara. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti monitoring kualitas udara, sistem keamanan, dan pengendalian proses industri. Sensor MQ-137 mampu mendeteksi gas amoniak kisaran 5-500 ppm. Sensor MQ-137 juga sensitif terhadap keberadaaan karbon monoksida (CO) dan metil ether(C_2H_6O). sehingga dalam membuat lingkunga deteksi bau toilet gas tersebut tidak boleh ada [14]. Bentuk fisik dari sensor gas MQ-137 dapat dilihat pada gambar 4.

Gambar 4. Sensor Gas MQ-137

3. Aktuator yang digunakan adalah pompa air Otomatis yang memompa cairan pembersih untuk disiramkan ke lantai toilet. Pompa air yang digunakan adalah pompa air DC (*Direct Current*) 12 volt yang merupakan jenis pompa yang menggunakan motor DC. Pada penelitian ini pompa air digunakan untuk memompa cairan pembersih dan pewangi jika teridikasi adanya bau amoniak di dalam toilet. Bentuk fisik pompa DC 12 volt dapat dilihat pada gambar 5.

Gambar 5. Pompa DC 12 volt

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

4. Relay otomatis berjumlah dua yang digunakan untuk menyalakan pompa air otomatis dan relay untuk menyalakan alat sirkulasi udara. Relay digunakan untuk mengontrol perangkat listrik atau elektronik yang membutuhkan arus dan tegangan lebih tinggi dari yang dapat ditangani oleh Arduino secara langsung. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang diaktifkan oleh sinyal listrik dari Arduino, sehingga memungkinkan pengendalian perangkat eksternal seperti lampu, motor, pompa, atau alat-alat listrik lainnya[15]. Bentuk fisik relay dapat di gambar 6.

Gambar 6. Relay

2.3.2. Arsitektur Sistem

Arsiterktur merupakan komponen yang menyusun perangkat smart toilet, layer arsitektur pada *smart toilet* meliputi:

1. Layer Sensor

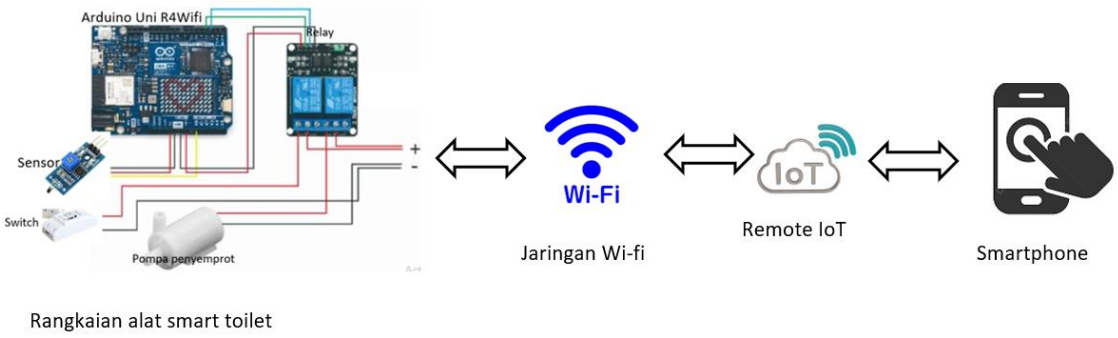
Sensor-sensor diletakkan di lokasi strategis dalam toilet untuk mendapatkan data real-time mengenai kebersihan dan kondisi lingkungan. Lapisan sensor ini berfungsi sebagai komponen utama untuk mengumpulkan data dari lingkungan toilet dan mengirimkannya ke sistem IoT untuk analisis dan tindakan lebih lanjut.

2. Layer Komunikasi

Pada penelitian ini menggunakan teknologi wifi sebagai komunikasi antara sensor dengan smartphone. Layer komunikasi *(communication layer*) berperan penting untuk memastikan data yang dikumpulkan dari sensor dapat dikirimkan ke platform IoT dan diproses secara efektif. Layer komunikasi ini berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras (sensor, mikrokontroler) dan perangkat lunak (cloud server atau aplikasi).

3. Layer Aplikasi

Lapisan aplikasi marupakan lapisan tertinggi dalam arsitektur sistem IoT. Layer ini bertanggung jawab untuk menyediakan antarmuka bagi pengguna dan memungkinkan interaksi dengan data yang dikumpulkan oleh sensor. Layer aplikasi memastikan bahwa informasi tentang kebersihan toilet disajikan secara jelas, informatif, dan mudah diakses oleh pengguna atau pengelola fasilitas[16]. Dalam pembuatan aplikasi ini menggunakan arduino IDE dengan menambahkan beberapa library diantaranta Wifi, Blynk, sedangkan untuk dapat memantau secara *realtime, platform* IoT yang digunakan adalah *Blynk.cloud*. Platform IoT ini membantu membangun obyek yang dapat terhubung secara realime, menggunakan perangkat smartphone. Gambaran awal desain teknologi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Desain Teknologi

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

2.4. Pengembangan Hardware

Pada tahapan ini dilakukan pengembangan hardware yang mencakup perancangan dan implementasi perangkat keras (*hardware*) yang mendukung sistem *smart toilet*. perangkta IoT dirancang dengan menggabungkan sensor sebagai input dan relay untuk menyalakan alat pemompa cairan pembersih dan perangkat menyalakan alat sirkulasi udara sebagai output. Pada tahapan ini juga dipastikan sensor bekerja dengan baik.

2.5. Pengembangan Aplikaksi Iot Smart Toilet

Pada tahapan ini dikembangkan aplikasi smart toilet berbasis IoT dengan Mengembangkan perangkat lunak yang dapat mengumpulkan, memproses, dan mengirim data sensor ke platform pemantauan *real-time*. Pada tahap ini juga dilakukan Penulisan kode untuk membaca data dari sensor dan mengirimkannya melalui jaringan ke *server* atau *cloud*.

2.6. Simulasi Implementasi Perangkat Smart Toilet

Pada tahap ini disimulasikan dengan membuat lingkungan yang mendukung untuk simulasi, yaitu dengan menciptakan lingkungan toilet yang berbau dan pengap dan kondisi toilet yang bersih dan sirkulasudara baik.

2.7. Pengujian

pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa sistem Smart Toilet berbasis IoT berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Fokus pengujian meliputi aspek perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), dan konektivitas sistem IoT, serta validitas hasil monitoring kebersihan dan kenyamanan ruangan toilet dengan menggunakan sensor.

a. Uji Sensor

Uji sensor dilakukan untuk Memastikan setiap sensor mampu mendeteksi parameter kebersihan sesuai spesifikasi. Salah satu pengujian validasi sensor adalah dengan mendeteksi sensor suhu dan kelembapan kemudian dibandingkan dengan hasil dari termometer. Sedangkan untuk sensor amonika dilakukan uji dengan mengukur ketika toilet setelah dibersihkan dan ketika toilet dikondisikan dengan bau amoniak. Kemudian dilakukan perbandingan hasil apakah terdeteksi adanya amonika atau tidak.

b. Pengujian Konektivitas

Pengujian konektivitas dilakukan dengan melakukan uji transmisi data dari perangkat ke server secara real-time. Pengujian dilakukan dengan menguji pada koneksi jaringan di berbagai kondisi sinyal yaitu pada kondisi sinyal yang stabil dan tidak stabil.

c. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian ini dilakukan dengan memastikan bahwa data yang dihasilkan oleh sensor dapat tampil sesuai dengan data yang tampil pada aplikasi arduini IDE. Selain itu juga dilakukan uji performa Mengukur kecepatan aplikasi dalam menerima dan memproses data real-time.

d. Pengujian Relay

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa relay berfungsi dengan baik dan benar sesuai dengan data sensor yang dikirim yaitu jika terdeteksi adanya bau amoniak maka relay 1 akan menyala, jika terdeteksi ruangan menjadi pengab dengan kenaikan suhu dan kelembapan maka relay 2 akan menyala.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Pengembangan Hardware

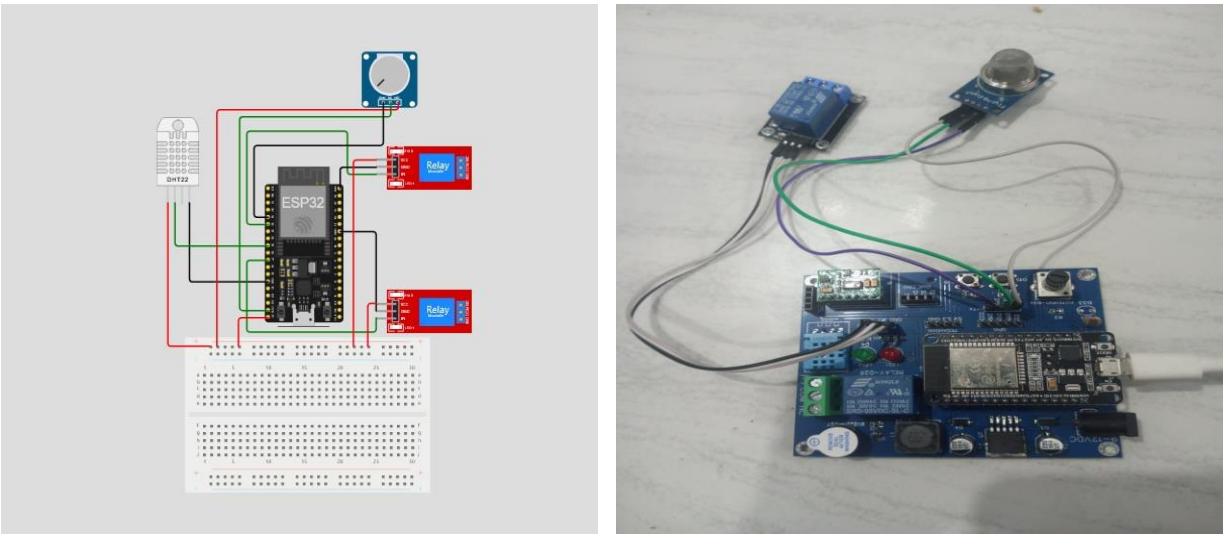
Hardware dirancang untuk mendukung fungsionalitas pemantauan kebersihan toilet secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT). Implementasi pengembangan *hardware* dalam penelitian ini melibatkan integrasi sensor, mikrokontroler ESP32, modul Wi-Fi, dan *relay* sebagai komponen utama. Sistem dirancang untuk mendeteksi indikator kebersihan toilet, memproses data secara otomatis, dan memberikan informasi real-time kepada pengguna melalui aplikasi. Dengan pendekatan ini, kebersihan toilet dapat dipantau secara efisien, memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan kenyamanan dan kesehatan pengguna. Perancangan hardware dimulai dengan menentukan kebutuhan perangkat dan fungsi yang akan diimplementasikan. Sistem *smart toilet* dirancang untuk mendeteksi beberapa indikator kebersihan, yaitu tingkat gas amoniak, kelembaban udara, dan suhu lingkungan.

Komponen utama yang digunakan pada pembuatan smart toilet untuk memantau kondisi toilet secara realtime adalah

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

- Sensor gas amoniak (MQ-137) yang berfungsi mendeteksi konsentrasi amonial sebagai indikator bau toilet. Toilet dikatakan bau ketika gas amoniak tredeteksi diatas 2 ppm.
- Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT11). Sensor ini berfungsi untuk memantau tingkat kelembaban yang berhubungan dengan kondisi ruangan. Suhu yang nyaman untuk sebuah runagan toilet adalah berkisar 22-25 derajat celcius. Kenaikan suhu pada ruang toilet menyrbabkan ruangan pengap dan tidak nyaman.
- Pada penelitian ini menggunakan miktokontroler utama yaitu ESP32. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengolah data sensor dan mengirimkan ke platform monitoring.
- ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki modul ganda yaitu Wi-Fi dan *bluetooth*. Pada penelitian ini modul Wi-Fi yang digunakan untuk komunikasi data ke *server* sudah terintegrasi dalam ESP32.
- Relay yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 relay. Satu relay terhubung dengan perangkat exhaustfan atau perangkat kipas jika toilet terdeteksi pengap, dan satu *relay* terhubung dengan pompa air yang akan memompa cairan pembersih jika toilet terdeteksi bau.

Rancangan hardware IoT smart toilet untuk mendeteksi kondisi toilet dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Rancangan Hardware Smart Toilet

Gambar diatas merupakan instalasi ESP32 dengan sensor gas amoniak yang terhubung dengan relay 1 dan sensor DHT11 yang terhubung dengan relay 2. Instalasi menggunakan kabel jumper yang menghubungkan masing-masing perangkat ke ESP32

3.2. Pengembangan dan Simulasi Smart Toilet

3.2.1. Proses Instalasi Dan Pemasangan Sensor

Untuk menguji perangkat smart toilet berbasis IoT dapat berfungsi dengan baik di ruangan toilet maka perlu pemasangan sensor di lokasi strategis. Hal tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa sensor dapat berfungsi dengan maksimal, sehingga data yang dihasilkan dapat merepresentasikan kondisi toilet secara akurat. Sensor dihubungkan dengan kabel jumper agar mudah dalam pemeliharaan. Beberapa lokasi pemasangan sensor diantaranya adalah Sensor Gas Amoniak merupakan sensor untuk mendeteksi keberadaan gas amoniak yang merupakan indikator dari bau toilet. Sensor ini dipasang di area yang memungkinkan konsentrasi gas berkumpul, pada penelitian ini sensor dipasang didekat lantai toilet, yang biasa digunakan sebagai area untuk buang air kecil. Air kencing mengandung gas amoniak yang dapat menyebabkan bau toilet. Sensor lain adalah Sensor DHT11 diposisikan di area toilet yang dekat dengan pemasangan perangkat IoT untuk mengukur kelembaban dan suhu lingkungan toilet secara umum.

Cara kerja penelitian ini adalah ESP32 Membaca data dari sensor secara berkala kemudian Mengolah data untuk menentukan apakah nilai yang terdeteksi berada di atas atau di bawah ambang batas kebersihan. Data tersebiut kemudian dikirimkan melalui aplikasi monitoring menggunakan protokol Wi-Fi. Sistem otomatis akan mengaktifkan relay jika kondisi kebersihan memerlukan tindakan yaitu sistem akan menyalakan *relay* untuk exhaustfan jika kondisi toilet terdeteksi pengap dan sistem akan menyalakan *relay* untuk memompa cairan pembersih jika toilet terdeteksi adanya bau.

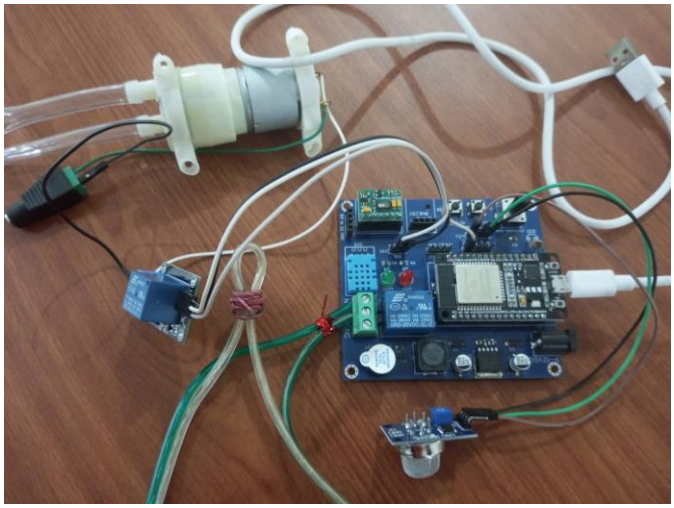
p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

Pemograman yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan Arduino IDE dengan menggunakan pustaka *library* DHT untuk membaca suhu dan kelembapan, *library* Wi-Fi untuk komunikasi dengan platform IoT dan *library* Blynk untuk integrasi dengan aplikasi monitoring.

3.2.2. Integrasi Sensor Dengan Komponen Output

Dalam penelitian *ini*, integrasi sensor dengan komponen output merupakan aspek penting dalam mewujudkan sistem IoT yang berfungsi secara optimal untuk memantau kebersihan toilet. Sistem ini memanfaatkan berbagai jenis sensor, seperti sensor gas dan sensor kelembapan (DHT), untuk mendeteksi parameter lingkungan secara real-time. Data dari sensor kemudian digunakan sebagai dasar untuk mengaktifkan komponen output, seperti relay, yang berfungsi untuk mengendalikan perangkat terkait. Sensor gas berfungsi mendeteksi keberadaan gas amoniak (NH_3), yang sering menjadi indikator utama tingkat kebersihan toilet. Ketika konsentrasi gas melebihi ambang batas 2 ppm, sistem secara otomatis mengaktifkan *relay* 2 untuk menghidupkan pompa air yang terhubung dengan cairan sabun dan pewangi sebagai tanda bahwa kebersihan toilet perlu ditangani. Sementara itu, sensor kelembapan digunakan untuk memantau tingkat kelembapan udara dalam toilet. Jika kelembapan melebihi 60%, dan suhu melebihi 25 derajat celcius maka *relay* 1 akan menyala untuk mengaktifkan kipas atau *exhaustfan* untuk menjaga kenyamanan dan mencegah pembentukan jamur di dalam ruangan.

Data yang dihasilkan oleh sensor dikirimkan secara real-time ke platform Blynk IoT, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi toilet melalui aplikasi *smartphone*. Tampilan antarmuka pada aplikasi memberikan informasi yang mudah dipahami, seperti kadar gas amoniak, tingkat kelembapan, dan status perangkat yang terhubung. Integrasi ini tidak hanya memberikan solusi otomatisasi berbasis IoT, tetapi juga mendukung terciptanya lingkungan yang lebih sehat dan efisien. Dengan pemantauan *real-time,* tindakan *preventif* dapat dilakukan lebih cepat, sehingga kualitas kebersihan toilet dapat terjaga secara konsisten. Penelitian ini diharapkan menjadi kontribusi inovatif dalam meningkatkan standar kebersihan dan kenyamanan fasilitas umum. Rangkaian integrasi relay dengan perangkat elektronik dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Intergrasi Relay dengan Perangkat Elekronik

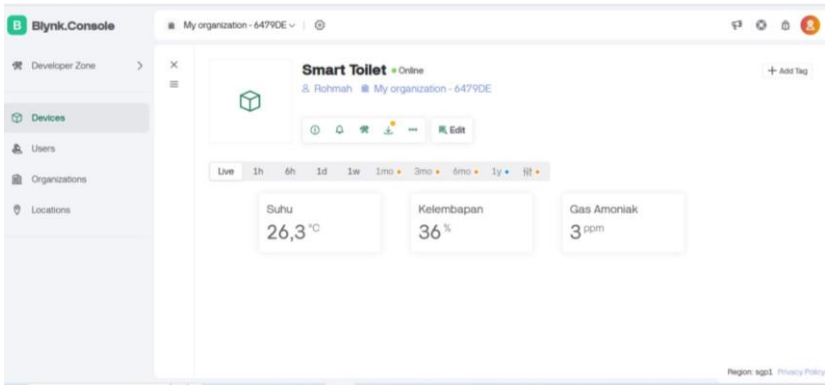
3.2.3. Implementasi Aplikasi Iot Untuk Menghubungkan Dengan Smartphone

Aplikasi IoT memainkan peran penting sebagai jembatan antara perangkat keras dan pengguna. Aplikasi ini memungkinkan data yang dikumpulkan dari sensor di toilet dikirimkan ke perangkat *smartphone* secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kebersihan toilet kapan saja dan di mana saja. Implementasi aplikasi IoT ini bertujuan untuk memberikan kemudahan akses informasi dan notifikasi secara cepat dan efisien. Aplikasi smart toilet dipasang pada toilet untuk uji coba. Pemasangan sensor IoT didekatkan pada lantai toilet yang biasanya menjadi sumber bau. Pemasangan *alat smart toilet* pada ruang toilet dapat dilihat pada gambar 6.

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

Gambar 6. Pemasangan Alat *Smart Toilet* Pada Ruangan Toilet

Aplikasi *smart toilet* dibangun menggunakan platform Blynk. Blynk adalah solusi IoT yang memungkinkan pengembang membuat antarmuka aplikasi dengan mudah untuk memonitor dan mengontrol perangkat keras berbasis ESP32. Data dari sensor dikirimkan ke server *Blynk.cloud* melalui protokol Wi-Fi sehingga Pengguna dapat mengakses data melalui aplikasi Blynk yang terinstal di smartphone. Tampilan data smart toilet pada *blynk cloud* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan pada Blink.cloud

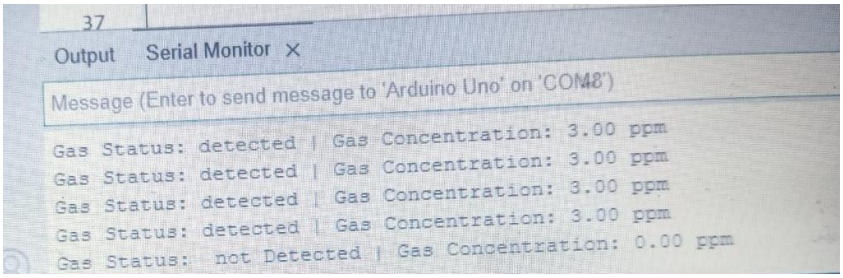
Pada gambar diatas terlihat bahwa kondisi toilet terdeteksi suhu ruangan sebesar 26,3 derajat celcius dan kelembapan ruangan adalah 36 % yang menunjukkan ruangan mulai pengap dan gas amoniak menunjukkan angka 3 ppm yang mengindikasi toilet terindikasi bau.

3.3. Pengujian Sistem

Setelah semua komponen terintegrasi, dilakukan pengujian untuk memastikan perangkat bekerja sesuai.

a. Pengujian sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk Memastikan setiap sensor mampu mendeteksi parameter kebersihan sesuai spesifikasi. Pengujian pertama dilakukan degan memastika lampu indikator pada sensor menyala, hal tersebut untuk memastikan bahwa sensor terkoneksi dengan arus daya yang berasal dari mikrokontroler ESP32. Langkah berikutnya adalah data sensor tampil pada aplikasi arduino IDE. Yang menunjukkan bahwa sensor dapat terdeteksi dengan baik. Hasil sensor pada arduino IDE dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Sensor

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

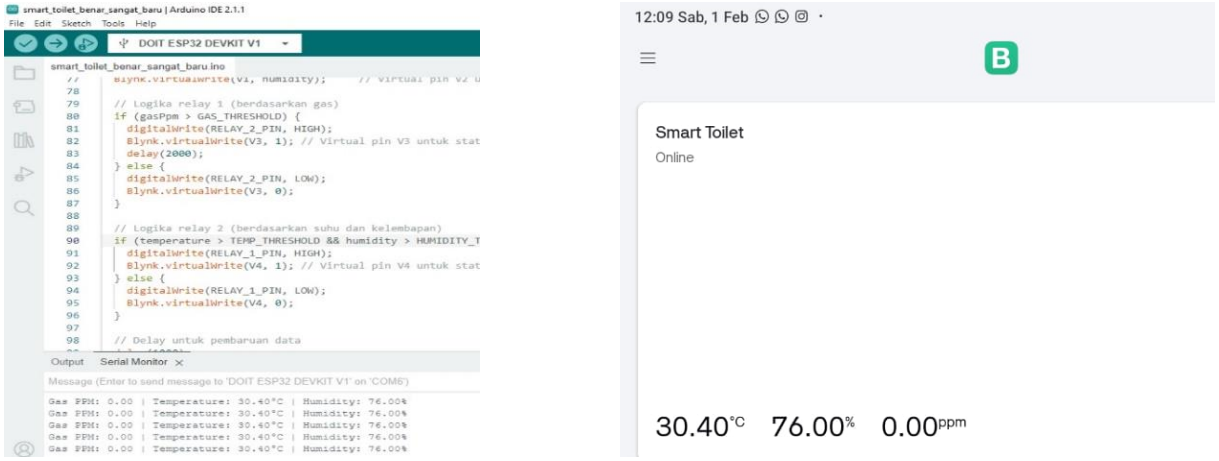
Selain itu hasil dari pengukuran suhu juga dibandingkan dengan termometer, untuk memastikan sensor dapat bekerja dengan akurat. Pada penelitian ini data dari sensor sama dengan hasil dari termometer.

b. Pengujian konektivitas

Pada pengujian ini dilakukan uji perubahan data yang dikirim sensor pada smartphone atau website bersifat *realtime*. Pada pengujuan ini didapatkan hasil bahwa data yang dikirim bersifat realtime pada 3 koneksi yang berbeda, yang artinya menunjukkan bahwa pengiriman data sensor bersifat realtime.

c. Pengujian aplikasi IoT

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan nilai yang terekam pada serial monitor Arduino IDE sama dengan nilai yang dikirimkan pada aplikasi IoT. Untuk melihat hasil perbandingan nilai pada arduino IDE dan pada aplikasi IoT dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan Hasil Data Sensor Pada Arduino IDE Dan *Smartphone*

Dari gambar 9. Dapat dilihat bahwa hasil yang diperoleh dari pemantauan data sensor yang terdeteksi pada *serial monitor* aplikasi arduino IDE sama dengan data sensor yang dkirim pada *smartphone* melalui apliaksi *blynk.cloud*

d. Pengujian relay

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa relay berfungsi dengan baik dan benar sesuai dengan data sensor yang dikirim. Untuk melihat hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Uji sensor dan relay smart toilet

Tanggal	Jam	Suhu	Kelembapan	Konsentrasi gas amoniak	Respon relay1 1	Respon Relay2
10-11-2024	05.00 WIB	22	45	3	On	Off
10-11-2024	12.30 WIB	30	65	0	Off	On
10-11-2024	17.00 WIB	28	60	0	Off	On
10-11-2024	21.00 WIB	25	53	0	Off	Off
12-11-2024	05.30 WIB	24	40	3	On	Off
12-11-2024	12.30 WIB	31	68	0	Off	On
12-11-2024	17.00 WIB	30	62	3	On	On
12-11-2024	21.00 WIB	24	45	3	On	Off
13-11-2024	05.30 WIB	23	40	3	On	Off
13-11-2024	12.30 WIB	31	60	0	Off	On
13-11-2024	17.00 WIB	29	62	0	Off	On
13-11-2024	21.00 WIB	25	51	3	On	Off

Dari tabel pengujian diatas diperoleh hasil bahwa relay berfungsi dengan baik dan benar, dimana relay 1 menyala ketika terdeteksi adanya bau amoniak, dan relay 2 menyala ketika suhu lebih dari 25 derajat celcius dan kelembapan lebih dari 60 persen.

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

4. DISKUSI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *smart toilet* berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memonitor kebersihan toilet secara real-time. Dari hasil pengujian yang dilakukan selama tiga hari dengan waktu yang berbeda diperoleh kesimpulam bahwa toilet cenderung bau pada pagi hari dan sore hari, sedangkan kondisi toilet pengap terjadi pada pada siang dan sore hari. Pada penelitian ini standar konsentrasi gas maoniak pada kamar mandi adalah dibawah 2 ppm, sedangkan standar suhu ruangan adalah dibawah 25^0 celcius dan kelemapan dibawah 60%. Secara keseluruhan sistem sudah berjalan dengan baik dan dapat mendeteksi bau amoniak dan perubahan suhu pada ruangan toilet.

Kendala dalam penelitian ini adalah pada pemasangan perangkat IoT yang tahan terhadap kondisi lingkungan toilet, sehingga harus dibuat tempat yang aman untuk penempatan perangkat sehingga tidak terkena air, mengingat pada toilet penggunaan air sangat tinggi. Selain itu pada penelitian ini masih menggunakan perangkat listrik untuk suplai daya ke perangkat IoT, hal tersebut mengharuskan strategi pemasangan yang optimal dan aman.

Dalam mengatasi kendala tersebut, solusi yang digunakan pada penelian ini adalah degan menempatkan perangkat IoT pada kotak yang terbuat dari plastik untuk melindungi dari cipratan air. Selain itu pemasangan saklar untuk daya pada perangkat ditempatkan ditempat yang tinggi untuk memastikan tidak terkena air dari aktivitas di toilet.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem *Smart Toilet* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kebersihan toilet secara *real-time*. Sistem ini mengintegrasikan sensor gas amoniak untuk mendeteksi bau toilet yang disebabkan oleh kandungan gas amoniak, sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembapan ruangan yang menjadi salah satu indikator ruangan menjadi pengap, dan modul *Blynk.cloud* untuk monitoring dan pengendalian melalui aplikasi smartphone. Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

1. Sistem mampu mendeteksi tingkat gas amoniak di atas ambang batas 2 ppm dan secara otomatis mengaktifkan relay 1 untuk menjalankan pompa air yang memopa air dan cairan pembersih yang disiramkan ke lantai.
2. Kelembaban toilet yang melebihi 25% dapat terpantau dan memicu *relay* untuk menyalakan *exhaust fan*.
3. Pada pengujian diperoleh hasil bahwa toilet cenderung bau pada pagi hari dan ruangan pengap pada siang hari.

Dengan adanya smart toilet ini diharapkan dapat membantu menjaga pemantauan lingkungan toilet agar tetap bersih dan nyaman. Dengan adanya penelitian ini juga diharapkan dapat dikembangkan pada penelitian lain untuk mendukung penerapan IoT di berbagai sektor.

5.2. Saran

1. Hasil penelitian ini sudah berhasil mengembangkan aplikasi smart toilet berbasis IoT untuk mendeteksi kondisi ruangan dan bau amoniak pada toilet, namun sensor pendeteksi amoniak masih menggunakan pin digital, dimana hanya menghasilkan data terdeteksi dan tidak. Untuk penelitian sebelumnya disarankan untuk mengembangkan ke pin analog dengan melakukan kalibrasi terhadap sensor pendeteksi gas amoniak.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sensor dan aktuator lain untuk membuat toilet lebih nyaman dan mampu menghemat energi.
3. Saran lain dalam pengembangan aplikasi berbasis IoT adalah merancang lingkungan yang aman untuk penempatan aplikasi berbasis IoT yang tahan terhadap air maupun kondisi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Kurnia, M. Pandia, B. S. B. Sembiring, and D. Margaretta, "Pemanfaatan Internet of Things Pada Smarthome Dengan Model Simulasi Prototype," *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 112–115, 2024, doi: 10.55338/jikomsi.v7i1.2728.

[2] D. Erwanto, D. Wahyudi, and R. Fatkhur Rizal, "Sistem Electronic Nose Untuk Deteksi Aroma Pada Fasilitas Kamar Mandi Berbasis IoT," *J. Zetroem*, vol. 5, no. 1, pp. 43–50, 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i1.2620.

[3] R. Mardiati, N. Aziz, E. Mulyana, and T. Yusuf, "Robot Pembersih Lantai Menggunakan Sensor LM393 dan Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *JITCE (Journal Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 6, no. 01, pp.

p-ISSN: 2775-4227
e-ISSN: 2775-4219

29–34, 2022, doi: 10.25077/jitce.6.01.29-34.2022.

[4] A. Muhazir, M. Misbah, and R. P. Astutik, "Identifikasi Penyakit Gagal Ginjal Melalui Bau Urine Menggunakan Sensor Gas Dan Jaringan Saraf Tiruan," *E-Link J. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 16, no. 1, p. 57, 2021, doi: 10.30587/e-link.v16i1.2714.

[5] K. RI, "PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 8 TAHUN 2014," 2018.

[6] PerMen PU, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 24/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung," pp. 1–125, 2008.

[7] F. H. Wibowo, "Prototype Smart Bathroom Berbasis Arduino Uno," no. 5, pp. 1–9, 2017.

[8] F. Z. Rachman, "Smart Home Berbasis Iot," *Snitt*, pp. 369–374, 2017, [Online]. Available: http://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/view/423

[9] I. Isnawaty, S. Subardin, and L. L. Normawan, "Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Tempat Sampah Rumah Tangga Menggunakan Metode Haversine Formula," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 35–44, 2022, doi: 10.47709/digitech.v2i2.1803.

[10] F. P. P. P. FERDY PERDANA PUTRA POHAN, "SMART TOILET MENGGUNAKAN SENSOR PHOTODIODA DENGAN KONTROL OTOMATIS," *BIMASAKTI J. Ris. Mhs. Bid. Teknol. Informasi*, vol. 1, no. 1, 2024.

[11] S. N. Mahmudah, H. Hanifah, W. T. Satria Utama, I. K. Najib Putri, R. Kurniawan, and H. Thamrin, "Identifikasi Kadar Amoniak sebagai Indikator Bau Toilet Menggunakan Perangkat MAS TUQUL," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 25–30, 2017, doi: 10.23917/khif.v3i1.4326.

[12] M. Alfarisi, Y. Limpraptono, and M. I. Ashari, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pembersih Udara Otomatis pada Toilet Umum Berbasis IoT," *Pros. SENIATI*, vol. 6, no. 1, pp. 46–53, 2022, doi: 10.36040/seniati.v6i1.4882.

[13] S. Hadi, R. Putra, M. Davi Labib, and P. Diptya Widayaka, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Sensor Lm35 Dan Sensor Dht11 Untuk Monitoring Suhu Berbasis Internet of Things," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 6, no. 3, pp. 6–47, 2019.

[14] Adhwa Alifia Putri, Syifaul Fuada, and Endah Setyowati, "Sistem Pendeteksi Gas Amonia Menggunakan MQ-137 Pada Air Berbasis Internet of Things Dengan Aplikasi Blynk di Android," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 22, no. 2, pp. 285–304, 2023, doi: 10.31358/techne.v22i2.390.

[15] S. Karim, "PROTOTYPE PENDETEKSI SALURAN TERSUMBAT DAN MONITORING PADA SELOKAN BERBASIS IOT UNT UK MENGANTISIPASI TERJADINYA BANJIR Monitoring berbasis IoT Sistem monitoring adalah layana yang melakukan proses pengumpulan data dan," pp. 381–390, 2024, doi: https://doi.org/10.56923/jtek.v4i01.165.

[16] F. P. E. Putra, M. A. Mahmud, and ..., "Pengembangan Sistem Pemantauan Lingkungan Berbasis Internet of Things (IoT) di Kampus," *Digit. Transform. ...*, vol. 3, no. 2, pp. 996–1001, 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.3457.