

PENGEMBANGAN SISTEM KEAMANAN LASER UNTUK MELINDUNGI ASET MUSEUM DARI PENCURIAN DAN MANIPULASI

Retno Prihatini¹, Ristu Aji Wijayanto², Muhammad Nurjaman³, Yoga Sahria⁴

^{1,2,3,4}Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta

Email : ¹halloradzinxi@gmail.com , ²xxxristuaji131@gmail.com ,
³Muhammad.5200411448@student.uty.ac.id, ⁴yogasahria@amikom.ac.id

ABSTRAK

Museum memiliki peran penting dalam pelestarian pengetahuan seputar sejarah, budaya, dan seni. Menurut statistik dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbud Ristek), pada tahun 2020, Indonesia telah memiliki 439 museum dan akan bertambah seiring berjalannya waktu. Namun, museum rentan terhadap kejahatan seperti pencurian, kerusakan, dan manipulasi aset. Dengan berkembangnya teknologi, khususnya Internet of Things (IoT), memberikan solusi dalam pengelolaan aset museum. Penelitian ini menggunakan metode Test Driven Development (TDD), yang merupakan proses pengembangan perangkat lunak yang menekankan pada penulisan tes sebelum menulis kode sebenarnya. Aplikasi Android dibuat untuk mengevaluasi serta menganalisis keefektifan system deteksi berbasis laser. Hasil perancangan telah berhasil dan pengujian pada perangkat IoT terbukti berhasil. Pada pengujian perangkat Android dengan menggunakan LCOV Converage menunjukkan angka presentase mencapai 86.7% dari 100%, sehingga menandakan keberhasilan pengujian. Harapannya, penelitian ini dapat memberikan wawasan mendalam mengenai pemanfaatan Internet of Things (IoT) dan kontribusinya dalam meningkatkan keamanan koleksi museum, baik di Indonesia maupun di seluruh dunia.

Keywords: *Sistem Keamanan, Internet of Things, Museum, Aplikasi Mobile, Test Driven Development*

ABSTRACT

Museums play an important role in preserving knowledge about history, culture, and art. According to statistics from the Ministry of Education, Culture, Research and Technology (MoECR), by 2020, Indonesia will have 439 museums and will increase over time. However, museums are vulnerable to crimes such as theft, damage, and asset manipulation. With the development of technology, especially the Internet of Things (IoT), provides a solution in managing museum assets. This research uses the Test-Driven Development (TDD) method, which is a software development process that emphasizes writing tests before writing the actual code. An Android application was created to evaluate and analyze the effectiveness of the laser-based detection system. The design results have been successful and testing on IoT devices has proven successful. In testing Android devices using LCOV Converage, the percentage figure reached 86.7% of 100%, thus indicating the success of the test. Hopefully, this research can provide in-depth insight into the utilization of the Internet of Things (IoT) and its contribution to improving the security of museum collections, both in Indonesia and around the world.

Keywords: *Security System, Internet of Things, Museums, Mobile Apps, Test Driven Development*

1. PENDAHULUAN

Museum berperan sebagai lokasi di mana masyarakat dapat memperoleh pengetahuan tentang Sejarah, seni, dan budaya. Menurut statistik dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbud Ristek), pada tahun 2020, Indonesia memiliki 439 museum [1], dan jumlah ini diperkirakan akan terus bertambah seiring berjalannya waktu. Museum digunakan sebagai tempat penyimpanan beragam koleksi [2], termasuk karya seni, artefak sejarah, dan barang

berharga lainnya yang memiliki nilai budaya, sejarah, dan artistic yang sangat berharga [3]. Koleksi-koleksi dengan nilai tinggi ini sering kali menjadi target potensial bagi pelaku pencurian, perusakan, atau manipulasi yang berpotensi mengancam keberlangsungan, keaslian, dan integritas warisan budaya [4]. Ancaman ini dapat berasal dari pihak-pihak yang berusaha memanfaatkan peluang untuk meraih keuntungan dari hasil jarahan yang sangat berharga. Terlebih lagi, para pengunjung museum, baik disengaja maupun dengan niat jahat, mencoba merusak atau mengambil

barang-barang yang sedang dipamerkan. Inilah sebabnya mengapa aspek keamanan museum menjadi perhatian utama bagi kustos, manajemen museum, dan komunitas yang memiliki kepedulian mendalam terhadap pelestarian budaya.

Dalam beberapa tahun ini, kemajuan dalam teknologi keamanan telah menghasilkan solusi yang semakin canggih [5] terutama dalam menjaga keamanan asset-aset di dalam museum. Terdapat beberapa opsi keamanan yang dapat diimplementasikan dalam konteks museum, termasuk sistem peringatan, sistem pengendalian akses, dan sistem keamanan berbasis laser. Salah satu terobosan terkini adalah penerapan sistem keamanan berbasis laser, yang membuka pintu bagi pendekatan yang lebih efisien dan responsif dalam menjaga keamanan koleksi museum. Teknologi ini memanfaatkan sinar laser untuk mendeteksi perubahan atau potensi ancaman terhadap barang-barang berharga tersebut, sehingga memungkinkan tindakan cepat dalam merespons potensi pencurian atau manipulasi. Pada permasalahan ini Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk menciptakan system keamanan yang dapat dipantau dan dikendalikan [6]. Penggunaan perangkat IoT cukup populer di era teknologi digital saat ini, karena IoT teknologi yang memungkinkan perangkat berkomunikasi dan berbagi data tanpa bergantung campur tangan manusia [7]. Perangkat IoT dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lain [8]. Penelitian ini menggunakan rangkaian perangkat internet of things seperti esp32, laser, buzzer, led, dan receiver led.

Selain itu, metode yang digunakan pada penelitian ini, yaitu Test Driven Development (TDD) pada pengembangan aplikasi android. Hal ini dikarenakan aplikasi android memiliki karakteristik yang memerlukan perhatian khusus terhadap stabilitas [9], skalabilitas [10], dan interoperabilitasnya [11]. Dalam pengembangan aplikasi Android, perangkat keras dan perangkat lunak beragam, dan TDD dapat membantu memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik di berbagai perangkat yang berbeda. Selain itu, dengan populasi pengguna Android yang terus tumbuh, penting untuk memastikan bahwa aplikasi tersebut dapat menghadapi tuntutan pengguna secara efisien dan dapat diandalkan di berbagai scenario pengguna. TDD memberikan pendekatan sistematis dalam menghadapi

tantangan ini dan dapat membantu memastikan bahwa aplikasi Android mencapai standar kualitas yang tinggi.

Dalam konteks ini, sebagai langkah preventif terhadap masalah yang akan terjadi, seperti pencurian, kerusakan dan manipulasi terhadap asset di museum, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menganalisis efektivitas sistem keamanan berbasis laser. Harapannya, penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) serta kontribusinya dalam meningkatkan keamanan koleksi museum, baik di Indonesia maupun di seluruh dunia

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan Test Driven Development (TDD) sebagai metodologi pengembangan perangkat lunak dengan mengikuti metodologi pengembangan perangkat lunak dengan mengikuti siklus pengembangan yang singkat. Langkah pertama adalah menciptakan sistem IoT dengan memadukan beberapa sensor seperti ESP32, Laser, Buzzer, Led, dan Receiver Led. Setelah rangkaian sensor berhasil terhubung dan disiapkan, langkah selanjutnya adalah mengembangkan aplikasi Android dengan menerapkan pendekatan Test Driven Development.

2.1 Perangkat Sistem

1. ESP32 adalah sistem pada chip yang memiliki daya komputasi yang tinggi, serta dilengkapi dengan kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth dual mode [12]. ESP32 menggunakan prosesor mikro Tensilica Xtensa LX6 yang memungkinkan untuk melakukan komputasi yang cukup kuat untuk berbagai tugas [13]. Dengan kemampuannya yang komprehensif [14], ESP32 menjadi pilihan utama untuk diterapkan dalam sistem keamanan laser museum karena mikrokontroler ini dilengkapi dengan antarmuka yang lengkap.

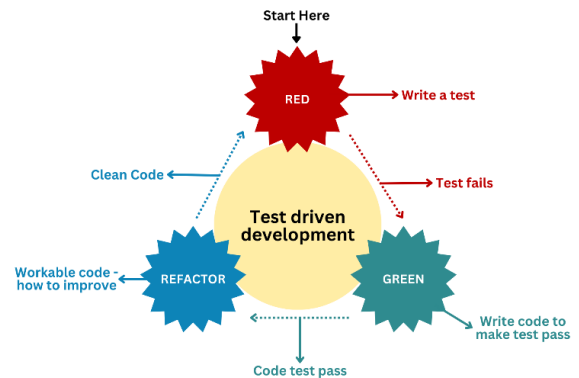
2. Sistem keamanan laser bekerja dengan menggunakan sinar laser untuk menciptakan penghalang di sekitar asset museum. Ketika sinar laser terganggu, sistem alarm akan dipicu dan memperingatkan petugas keamanan.

3. Buzzer sebuah komponen yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer biasanya berfungsi sebagai pemberi peringatan atau (alarm). Setiap buzzer elektronik memerlukan input dalam bentuk voltan yang kemudiannya ditukar kepada getaran bunyi atau gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi antara 1-5 KHz [15]. Pada sistem ini buzzer digunakan untuk memberi peringatan kepada petugas keamanan museum dengan bunyi.

4. LED atau (Light Emitting Diode) perangkat ini merupakan semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika arus mengalir melaluinya [16]. LED umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pencahayaan, tambilan, dan indicator. Dalam sistem keamanan laser, LED dapat digunakan untuk menunjukkan sistem. Misalnya, LED hijau dapat menunjukkan sistem telah siap, kemudian LED merah dapat menunjukkan sistem telah terpicu dan alarm telah diaktifkan. LED juga dapat digunakan sebagai sumber Cahaya dalam sistem keamanan laser [17].

2.2 Test Driven Development (TDD)

Test Driven Development (TDD) adalah proses pengembangan perangkat lunak yang menekankan pada penulisan tes sebelum menulis kode sebenarnya [18]. Prosesnya melibatkan pembuatan kasus uji yang menentukan dan memvalidasi apa yang akan dilakukan oleh kode. Poin penting dalam metode TDD adalah pengembangan perangkat lunak fokus pada spesifikasi pada validasinya [19], sebab pada TDD validitas dari kode program sudah pasti terjamin saat sistem selesai dibuat. Sehingga akan mempercepat waktu pengembangan program. Proses pengembangan perangkat lunak akan menghasilkan suatu produk yang berkualitas apabila terjadi sinkronisasi antar analisis dan pemrograman. Tahap awal TDD adalah membuat unit testing, kemudian unit test dijalankan jika hasil menunjukkan sukses maka unit testing perlu diperbaiki, jika hasil menunjukkan fails maka dilanjutkan dengan membuat kode program. Kode program dinyatakan sudah selesai jika serangkaian pengujian kode program telah berhasil diujikan dengan unit testing yang telah dibuat. Alur kerja TDD dapat dilihat pada Gambar 1.



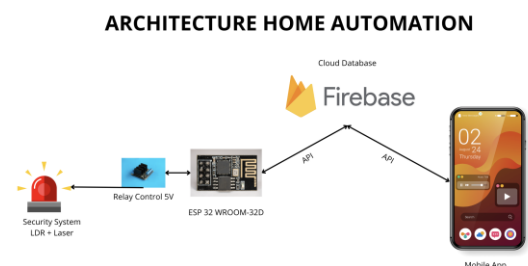
Gambar 1. Alur Kerja Test Driven Development

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan bagaimana hasil pengembangan, dan hasil pengujian terhadap perangkat dan sistem yang dikembangkan. Pengujian terhadap sistem tidak bisa dilakukan dengan cara yang sama, ini dikarenakan perbedaan jenis sistem yaitu antara hardware dan software. Oleh karena itu pengujian dilakukan sesuai dengan jenis sistem masing-masing.

3.1 Hasil Perancangan

Hasil perancangan yang didapatkan adalah sebuah sistem mobile IoT, merupakan sebuah sistem yang memperpadukan antara IoT Hardware sebagai sistem yang mampu untuk mendapatkan data dari sensor dan komponen IoT lainnya yang sudah terpasang satu sama lain, lalu mobile disini adalah aplikasi android yang mampu menampilkan data dari perangkat IoT, sehingga user mampu untuk melihat dan memantau kondisi apakah sistem sudah aktif atau belum. Dan berikut merupakan arsitektur sistem yang digunakan pada sistem ini.



Gambar 2. Arsitektur Sistem Perangkat IoT

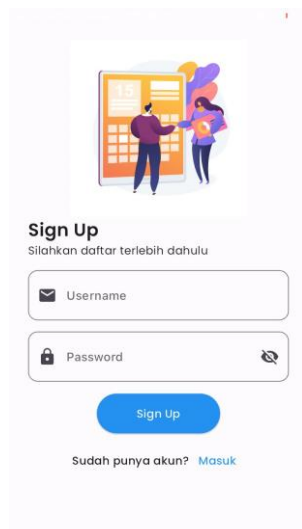
Arsitektur digunakan untuk panduan ataupun gambaran bagaimana sistem itu bekerja, user mampu melakukan apa saja, dan proses pertukaran data itu bagaimana. Arsitektur memudahkan dalam perancangan sehingga berikut hasil yang didapatkan:

1. Sistem IoT

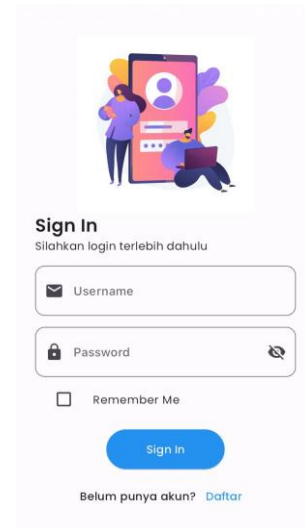
Sistem IoT merupakan core dari sistem yang telah dirancang ini, sistem IoT memiliki peran yang penting, terutama dalam proses mendapatkan data dan sebagai aktuator dalam proses berjalannya sistem ini. Sistem IoT menintegrasikan beberapa komponen seperti ESP32, LDR Sensor, Relay, Buzzer, dan Laser Lamp. Semua komponen ini dirakit dan dihubungkan satu sama lain. LDR sensor berguna untuk mendapatkan data atau sebagai receiver sinar laser yang ditembakkan ke arah LDR sensor, lalu ketika LDR tidak menerima cahaya dari laser maka buzzer akan berbunyi. Relay disini sebagai penghubung arus listrik pada esp32 dan sensor, ini berguna untuk mengendalikan sistem IoT menggunakan sebuah aplikasi yang melalui perantara ESP32 yang terhubung ke internet. Berikut hasil sistem IoT yang telah dikembangkan.

2. Aplikasi Mobile

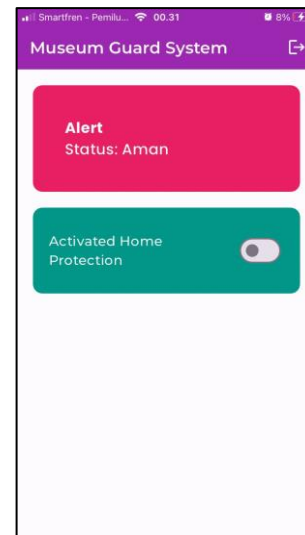
Aplikasi mobile adalah sebuah sistem yang akan menampilkan data yang telah didapatkan dari sistem iot tersebut. Pada aplikasi mobile user diharapkan untuk melakukan login terlebih dahulu kemudian setelah melakukan login, user mampu untuk mengendalikan dan melihat status dari data yang ditangkap melalui sensor. Untuk hasil yang didapatkan adalah berikut ini.



Gambar 3. Tampilan Menu Daftar Aplikasi



Gambar 4. Tampilan Menu Login Aplikasi



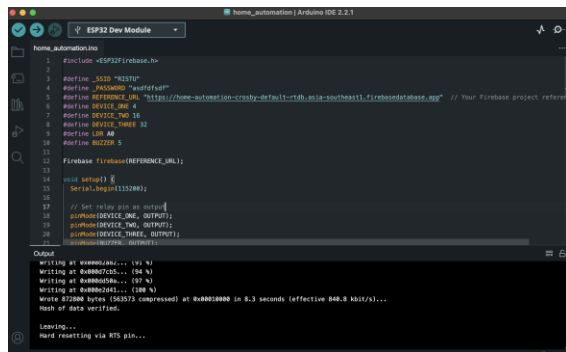
Gambar 5. Tampilan Utama Aplikasi

3.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem disini untuk mengetahui apakah sistem yang dijalankan sudah dapat berfungsi sesuai yang diharapkan atau belum. Pengujian ini memiliki dua tahapan yaitu pengujian hardware Internet of Things dan pengujian pada aplikasi mobile sebagai media controlling dan monitoring.

A. Pengujian Hardware Internet of Things

Pengujian ini akan berfokus kepada apakah Esp sebagai node utama penghubung dengan jaringan bisa berfungsi sesuai harapan atau tidak.



Gambar 6. Pengujian Perangkat Keras IoT

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa ketika code telah di unggah kedapam Esp32 module, mampu untuk menerima data yang telah diunggah sebagai base logic antar komponen. Dari hasil tersebut menunjukkan Esp32 berjalan dengan baik dan tidak ada kesalahan pada perangkat Arduino.

B. Pengujian Aplikasi Mobile

Pengujian pada aplikasi mobile menggunakan LCOV Converage yaitu tools yang membantu dalam melakukan pengujian terhadap fungsionalitas code. Pada aplikasi mobile terdapat module yang dipisahkan secara fungsionalitasnya, agar lebih rapi dan terstruktur, pengembangan ini juga menerapkan clean arsitektur sehingga memudahkan dalam pengujian

LCOV - code coverage report

Current view: top level		Coverage	
Test: browser	Lines: 86.7%	Total	246
Test Date: 2024-01-06 20:20:24	Functions: 0		0
Directory	Line Coverage %	Rate	Hit
src/main/java/com/example/...	100.0%	3	3
src/main/java/com/example/...	100.0%	12	12
src/main/java/com/example/...	100.0%	2	2
src/main/java/com/example/...	100.0%	44	44
src/main/java/com/example/...	100.0%	119	119
src/main/java/com/example/...	100.0%	99	99
src/main/java/com/example/...	100.0%	10	10
src/main/java/com/example/...	100.0%	10	10

Generated by: LCOV version 2.0.1

Gambar 7. Pengujian Aplikasi Mobile

Hasil tersebut merupakan hasil dari pengujian yang dilakukan ada beberapa module yang memiliki hasil yang baik ditandai dengan warna hijau dan warna kuning memiliki arti kode berjalan namun perlu optimalisasi, kemudian kode merah memiliki dua arti yaitu kode unit tidak memerlukan testing atau kode unit berjalan tapi terdapat error. Pada hasil ini menunjukkan persentase yang cukup bagus yaitu 86.7 % dari 100%. Sehingga pengujian ini dikatakan berhasil

4. KESIMPULAN

Museum memiliki peran penting dalam pelestarian pengetahuan seputar sejarah, budaya, dan seni. Fungsi utama museum adalah menjadi tempat untuk mengumpulkan dan memamerkan artefak budaya yang sering kali rentan terhadap penurian, kerusakan, dan manipulasi. Penggunaan teknologi, khususnya Internet of Things (IoT), memberikan solusi penting dalam pengelolaan asset museum. Penelitian ini menggunakan metode Test Driven Development (TDD) dan aplikasi Android dengan tujuan mengevaluasi serta menganalisis keefektifan system deteksi berbasis laser. Metode TDD digunakan untuk mengidentifikasi potensi masalah dalam system, termasuk aspek IoT, aplikasi seluler, dan arsitektur system.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa system telah berhasil diimplementasikan. Sementara itu, hasil pengujian aplikasi Android menggunakan LCOV Converage menunjukkan enam indikator hijau, dua indikator kuning, dan satu indikator merah. Angka persentase dari hasil mencapai 86.7% dari 100%, sehingga menandakan keberhasilan pengujian. Harapannya, penelitian ini dapat memberikan wawasan mendalam mengenai pemanfaatan Internet of Things (IoT) dan kontribusinya dalam meningkatkan keamanan koleksi museum, baik di Indonesia maupun di seluruh dunia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kemendikbud Ristek, "Indonesia Miliki 439 Museum pada 2020, Berikut Sebarannya," Data Indonesia Id.
- [2] K. C. Brata and A. H. Brata, "Pengembangan Aplikasi Mobile Augmented Reality untuk Mendukung Pengenalan Koleksi Museum," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 3, pp. 347–352, Aug. 2018, doi: 10.25126/jtiik.201853798.
- [3] D. Asmara, "Peran Museum dalam Pembelajaran Sejarah," *Kaganga: Jurnal Pendidikan Sejarah dan Riset Sosial-Humaniora*, vol. 2, no. 1, pp. 10–20, Jun. 2019, doi: 10.31539/kaganga.v2i1.707.

- [4] S. Miladiyanto, R. Ambarsari, and A. Bidasari, "Perlindungan Hukum Bangunan Cagar Budaya Di Kota Malang Sebagai Warisan Budaya Bangsa," *Jurnal Analis Hukum*, vol. 1, no. 2, pp. 2620–3715, 2018, [Online]. Available: <http://journal.undiknas.ac.id/index.php/JAH/index>
- [5] R. Prihatini and T. Widodo, "Implementation of Lean UX for Coworking Space Booking Room Application Design," *Int J Comput Appl*, vol. 185, no. 17, pp. 54–60, Jun. 2023, doi: 10.5120/ijca2023922894.
- [6] H. Kristomson, R. H. Subrata, and F. Gozali, "Sistem Keamanan Ruang Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Aplikasi Android," *Journal TESLA Teknik Elektro Universitas Tarumanagara*, vol. 20, no. 2, 2018.
- [7] Y. Efendi, "Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- [8] M. F. Wicaksono and M. D. Rahmatya, "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home," *Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.34010/jati.v10i1.
- [9] R. Aditiya and S. Amini, "Penerapan Web Service Rest Api Dengan Algoritma Adaptive Huffman Coding Pada PT. Rumah Konsependo Kreasi," in *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, Sep. 2022.
- [10] A. Faishal Albadri, F. Rahman Firdaus, and K. Akbar, "Pengembangan Sistem Saran Keuangan Untuk Mahasiswa (Anak Kos) Berbasis Mobile Android," *Jurnal Sains Nalar dan Aplikasi Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 2807–5935, 2023.
- [11] I. P. R. Putra Permana and H. Tolle, "Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Bali berbasis Android menggunakan MVVM Architecture dan Jetpack Compose," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 5, pp. 2205–2214, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [12] M. F. Wicaksono and M. D. Rahmatya, "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home," *Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.34010/jati.v10i1.
- [13] H. Kusumah and R. A. Pradana, "Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis ESP32 Pada Mata Kuliah Interfacing," *Journal CERITA*, vol. 5, no. 2, pp. 120–134, 2019, doi: 10.33050/cerita.v5i2.237.
- [14] V. Pravalika and Ch. R. Prasad, "Internet of Things Based Home Monitoring and Device Control Using ESP32," *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, vol. 8, no. 1S4, 2019.
- [15] W. Amisha Binti Abdul Rahman, "Food Box System With Buzzer Alert and Notification," Malaysia, 2023.
- [16] E. A. Permana and B. Suprianto, "Dwifungsi LED (Light Emitting Diode) Sebagai Transmisi Optik Informasi Audio Satu Arah dan Penerangan Ruang," *Jurnal Teknik Elektro*, 2012.
- [17] I. Rofii and D. Ulul Azmi, "Karakteristik Listrik dan Optik pada LED dan Laser (Electrical and Optical Characteristics of LED and Laser)," 2020.
- [18] A. Nur, A. Thohari, and A. E. Amalia, "Implementasi Test Driven Development Dalam Pengembangan Aplikasi Berbasis Web," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.umk.ac.id/index.php/sitech>
- [19] W. Bissi, A. G. Serra Seca Neto, and M. C. F. P. Emer, "The effects of test driven development on internal quality, external quality and productivity: A systematic review," *Inf Softw Technol*, vol. 74, pp. 45–54, Jun. 2016, doi: 10.1016/J.INFSOF.2016.02.004.