

## PENGEMBANGAN PERANGKAT *READER HYBRID* CERDAS BERBASIS WEBSITE UNTUK IMPLEMENTASI SMART CAMPUS

Elyas Palantei  
Departemen Teknik Elektro  
Universitas Hasanuddin  
Makassar, Indonesia  
elyas\_palantei@unhas.ac.id

Intan Sari Areni  
Departemen Teknik Elektro  
Universitas Hasanuddin  
Makassar, Indonesia  
intan@unhas.ac.id

Samuel Panggalo  
Departemen Teknik Elektro  
Universitas Hasanuddin  
Makassar, Indonesia  
samuelpanggalo@unhas.ac.id

Nur Islamiyah Angraeni  
Departemen Teknik Elektro  
Universitas Hasanuddin  
Makassar, Indonesia  
nurislamiyahangraenib@gmail.com

**Abstrak-***Smart campus* memiliki potensi untuk meningkatkan efektivitas operasional kampus. Namun, hal tersebut dapat dicapai dengan menyelesaikan masalah interkoneksi dan interoperabilitas perangkat berbasis *Internet of Things* (IoT). Maka pada penelitian ini dibuat sistem yang dapat mengkoneksikan beberapa pengimplementasian IoT pada smart campus yaitu, *attendance system*, *parking system* dan pemantau kondisi dalam ruangan yang dapat berinteroperasi oleh berbagai perangkat penyusunnya. Tujuan penelitian yaitu membuat perangkat *reader hybrid* cerdas yang terpasang dapat terinterkoneksi dan terinteroperasi dengan website. Sistem *smart campus* dapat diakses dengan RFID card dan website. Adapun sistem yang dapat diakses dengan RFID card yaitu *attendance system* dan *parking system*, sedangkan menggunakan website berlaku untuk semua sistem. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa *smart card* pada *reader attendance system* terbaca sampai 2,5 cm sedangkan *reader parking system* dapat terbaca pada jarak maksimum 3 cm, jika pada jarak lebih dari 3 cm, maka *smart card* akan gagal terbaca. Sedangkan *delay* untuk sistem absensi yaitu 186 ms dan pada sistem parkir yaitu 1 detik 862 milidetik. Pengujian sistem indoor, monitoring berhasil dilakukan dengan menampilkan suhu dan kelembaban ruangan. Sedangkan pengujian interkoneksi dan interoperabilitas pada sistem dilakukan dengan protokol komunikasi HTTP dengan melakukan integrasi melalui website melalui halaman URL smartcampusunhas.com.

**Kata Kunci:** *Interkoneksi, Internet of Things, Interoperabilitas, Smart Campus, Website.*

### I. PENDAHULUAN

Teknologi berkembang pesat seiring dengan kebutuhan akan solusi dari permasalahan yang semakin kompleks. Penyelesaian permasalahan menggunakan teknologi internet berkaitan erat dengan perangkat pendukungnya. *Internet of things* (IoT) yang akan menghubungkan berbagai perangkat sehingga menjadi sistem yang

cerdas (Geetanjali et al., 2019). *IoT Analytics* memperkirakan jumlah global perangkat IoT yang terhubung yaitu kemungkinan akan ada lebih dari 27 miliar koneksi IoT pada tahun 2025 (Lueth, 2020). Namun, hal tersebut yang menjadi salah satu tantangan yang dihadapi IoT yaitu prioritas utama tingkat heterogenitas dalam hal kemampuan komunikasi perangkat, protokol, teknologi, atau perangkat keras setiap aplikasi dari berbagai domain (Vargas et al., 2016) (Muhammad et al., 2017). *Smart campus* sebagai salah satu penerapan IoT juga mengalami tantangan yang sama. Hal ini perlu ditaktisi sebab *smart campus* memiliki potensi untuk meningkatkan efektivitas operasional kampus (Abuarqoub et al., 2017). Namun, hal tersebut dapat dicapai dengan menyelesaikan masalah interkoneksi dan interoperabilitas perangkat IoT.

Pada penelitian (Sabran et al., 2020) telah membuat aplikasi sistem parkir menggunakan RFID dengan menggunakan website untuk melihat laporan kendaraan. Namun pada penelitian tersebut parkir hanya dapat diakses menggunakan RFID belum bisa menggunakan *device* baik *smartphone* atau laptop yang terhubung ke internet. Kemudian, pada tahun 2022, Khatimah dkk membuat sistem absensi untuk laboratorium menggunakan *smart hybrid reader* berteknologi RFID dan website yang dapat diakses menggunakan *smartphone* dan laptop (Khatimah, 2022). Penelitian (Al-Giffary, 2022) membuat desain serta implementasi multi sensor pada sistem antena cerdas IoT dengan memanfaatkan teknologi LoRa (*Long Range*). Tujuan pembuatannya yaitu untuk memantau kondisi *indoor/outdoor* seperti suhu, kelembaban, jarak dan lainnya dengan integrasi pada aplikasi Blynk. Sehingga tampilan antarmukanya masih dapat dikembangkan.

Pengaplikasian IoT dalam manajemen operasional kampus dapat meningkatkan efisiensi dan keefektifan (Zhamanov dkk, 2017). Untuk efisiensi dan efektivitas manajemen kampus, meningkatkan tingkat kepuasan pengguna, meningkatkan keamanan aset, perangkat *card reader* merupakan teknologi yang tepat (Achmad dkk, 2019).

Semua institusi pastinya memiliki sistem dan teknologi yang berbeda-beda, hal ini tentunya menjadi tantangan karena dalam membangun sistem digunakan berbagai macam perangkat dari vendor atau domain yang berbeda. Tujuan penelitian ini adalah agar perangkat yang berbeda-beda dapat saling mengakses sistem dengan data format yang sama. Protokol komunikasi yang bertanggungjawab dalam interkoneksi dan interoperabilitas sistem.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya maka tantangan pengembangan teknologi IoT adalah masalah interoperabilitas dan interkoneksi perangkat yang heterogen. Selain itu, penelitian sebelumnya sistem yang diusulkan hanya terfokus pada satu implementasi saja sehingga sistem informasi setiap aplikasi masih berbeda-beda. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat sistem yang dapat mengkoneksikan beberapa pengimplementasian IoT pada *smart campus* berupa *attendance system*, *parking system* dan pemantau kondisi dalam ruangan yang dapat berinteroperasi oleh berbagai perangkat penyusunnya.

Perangkat *smart hybrid reader* yang dimaksud adalah sistem *smart campus* dengan membuat *reader* yang membaca data dari RFID. Sistem ini dikatakan *hybrid* karena penggunaannya dapat diakses dengan dua cara yaitu menggunakan RFID *card* dan *website*. Kemudian, sistem dikatakan *smart* atau cerdas karena dapat mengkoneksikan beberapa sistem. Dalam penelitian ini, pengimplementasian IoT pada *smart campus* dengan penggunaan *reader* dapat diakses dengan *hybrid* pada *attendance system* dan *parking system*, sedangkan untuk *indoor monitoring* pemantau kondisi dalam ruangan merupakan fitur tambahan yang juga dapat dilihat langsung pada perangkat yang terpasang di ruangan dan dapat di monitor di *website*. Ketiga sistem tersebut saling terinterkoneksi dan terinteroperabilitas pada sebuah *website*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Internet of Things

*Internet of Things* (IoT) adalah platform dimana perangkat berkembang secara terus menerus menjadi lebih pintar, pemrosesan menjadi cerdas, dan komunikasi semakin menjadi informatif (Ray, 2018). IoT mengacu pada keterhubungan yang ketat antara dunia digital dan fisik (Atzori dkk, 2010) (Sterling, 2005) (ITU, 2005). Selama dekade terakhir, istilah IoT telah menarik perhatian dengan memproyeksikan visi infrastruktur global objek fisik jaringan, memungkinkan konektivitas kapan saja, dimana saja dan menggunakan media apa saja.

(Madakam dkk, 2015) (Srivastava, 2006).

### 1. Interkoneksi Jaringan IoT

Secara umum berdasarkan Undang-undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang telekomunikasi, interkoneksi adalah keterhubungan antar jaringan telekomunikasi dari penyelenggara jaringan telekomunikasi yang berbeda. Sedangkan dalam lingkup yang khusus, IoT interkoneksi dapat diartikan saling terhubungnya perangkat IoT yang diketahui bahwa terdapat heterogenitas yang besar perangkat IoT. Untuk mencapai interkoneksi ini, setiap pabrikan mendefinisikan protokol komunikasinya sendiri. Namun demikian, tidak ada standar untuk menghubungkan perangkat IoT dari produsen yang berbeda. Hal ini meningkatkan risiko vendor *lock-in*, karena untuk mencapai kompatibilitas penuh maka perangkat yang digunakan berasal dari pabrikan yang sama (Szilagyi dkk, 2016) (Flores dkk, 2019).

### 2. Interoperabilitas Jaringan IoT

Interoperabilitas adalah suatu aplikasi yang dapat berinteraksi dengan aplikasi lainnya melalui suatu protokol yang disetujui bersama lewat bermacam-macam jalur komunikasi, dapat melalui jaringan TCP/IP dan protokol HTTP dengan memanfaatkan file XML (BPS, 2020). Dalam konteks IoT, interoperabilitas dapat dibangun pada tingkat yang berbeda (Gubbi dkk, 2017).

### B. Smart Campus

*Smart campus* adalah kampus yang menggunakan teknologi dan infrastruktur untuk mendukung dan meningkatkan proses layanan kampus, pengajaran, pembelajaran, penelitian dan kehidupan yang didasarkan pada IoT (Tian dkk, 2018) (Yang dkk, 2018). *Smart campus* berbasis IoT adalah komunitas cerdas yang terdiri dari sekelompok objek yang saling berhubungan yang berinteraksi satu sama lain melalui jaringan yang ada di mana-mana (Kinkar dkk, 2016).

### C. Perangkat Reader Hybrid Cerdas

Perangkat *smart reader hybrid* adalah reader yang beroperasi di dua mode sekaligus yaitu menggunakan *smart card* dan *smart phone* untuk mengakses pintu. Cahya R. Prihatmoko membuat *reader hybrid* cerdas untuk penguncian ruangan yang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolernya (Prihatmoko, 2021). Sedangkan, Khusnul Khatimah membuat reader hybrid cerdas menggunakan ESP8266 untuk sistem absensi cerdas (Sabran dkk, 2020).

#### D. ESP8266

Modul ESP8266 merupakan modul *low cost* Wi-Fi yang didukung penuh untuk penggunaan TCP/IP ataupun UDP. Produk ESP8266 memiliki banyak varian. Modul Wi-Fi bersifat System on Chip (SoC) sehingga bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Modul ESP8266 juga memiliki kemampuan untuk menanamkan kemampuan wifi dalam sistem yang lain, atau berfungsi sebagai aplikasi *stand-alone* berbiaya rendah (Shobrina et al., 2018).

#### E. Radio Frequency Identification (RFID)

*Radio Frequency Identification* (RFID) adalah teknologi identifikasi berbasis gelombang radio yang mampu mengidentifikasi berbagai objek secara simultan tanpa diperlukan kontak langsung (atau dalam jarak pendek). RFID dikembangkan sebagai pengganti atau penerus teknologi barcode. RFID bekerja pada *High Frequency* (HF) untuk aplikasi jarak dekat (proximity) dan bekerja pada UHF (Ultra High Frequency) untuk aplikasi jarak jauh (vicinity) (Effendi dkk, 2017).

#### F. Contactless Smart Card

*Contactless smart card* merupakan jenis smart card yang bekerja dengan cara berkomunikasi dengan terminal sinyal frekuensi radio. *Smart card* jenis ini tidak memiliki baterai sehingga kartu ini mempunyai induktor yang mampu menangkap sinyal frekuensi radio sebagai daya elektronik bagi kartu. *Smart card* jenis ini juga memerlukan jarak tertentu untuk melakukan pertukaran data dengan card reader (Thajana dkk., 2010).

#### G. Motor Servo

Motor servo merupakan aktuator putar yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo) yang dapat di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor (Sudarmanto dkk, 2017) (Sutaya, 2014).

#### I. Website

Tren di IoT saat membangun teknologi web semantik. Pertama, interkoneksi antara hal-hal dunia nyata ke internet. Setelah membangun koneksi, selanjutnya mengurus masalah heterogenitas. Untuk itu, protokol umum seperti CoAP, MQTT, HTTP dapat digunakan untuk transfer data. Langkah selanjutnya adalah menghubungkan hal-hal fisik ke Web melalui Internet yang disebut *Web of Things* (WoT). Tanpa teknologi web, IoT tidak lengkap. Di IoT, web

menawarkan interkoneksi untuk sumber daya IoT dan penemuan layanan bersama dengan akses. Membangun *Semantic Web of Things* (SWoT) untuk berbagi informasi yang luas secara universal dari *Web of Things* (WoT) adalah tugas yang menantang. Web semantik adalah integrasi dari WoT dan protokol teknologi web IoT seperti CoAP, arsitektur RESTful dengan semantik data IoT. Ini memberikan ekstensi tanpa batas ke IoT yang memungkinkan kombinasi objek digital dan dunia nyata. Web semantik memungkinkan berbagi dan penggunaan kembali informasi yang diperkaya untuk memberikan interoperabilitas semantik yang lebih baik di antara hal-hal ini (Rahman dkk, 2020).

#### J. Database

Database atau basis data digunakan untuk menyimpan kumpulan informasi atau data yang tersimpan di dalam komputer secara sistematis sehingga dapat diperiksa dengan menggunakan suatu program komputer untuk mendapatkan informasi atau data dari database tersebut (Solichin, 2016). Perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola dan memanggil (*query*) basis data disebut sistem manajemen basis data yang dikenal dengan *Database Management System* (DBMS) (Nur dkk, 2018).

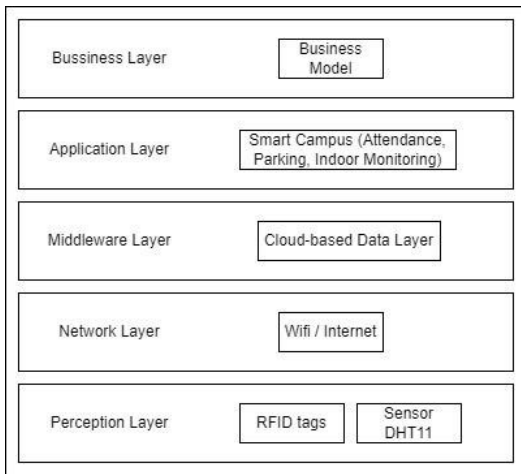
#### K. MySQL

MySQL adalah perangkat lunak sistem manajemen basis data SQL. MySQL juga merupakan implementasi dari *Relational Database Management System* (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis oleh *General Public License* (GPL). Semua pengguna bebas menggunakan MySQL, tetapi yang dibatasi perangkat lunak tidak dapat digunakan sebagai turunan komersial (Sari dkk, 2015).

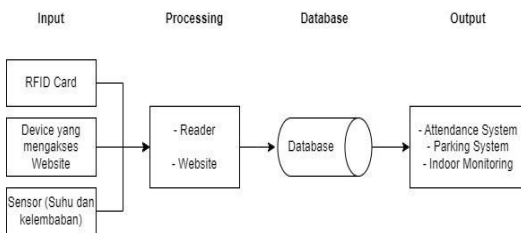
### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Gambar Sistem *Smart Campus*

Gambaran umum arsitektur *smart campus* yang diusulkan merupakan arsitektur jaringan berdasarkan konsep *The Five Layer Model* dapat dilihat pada gambar 1. Sedangkan Gambaran sistem *smart campus* yang dibangun ditunjukkan pada gambar 2. Sistem yang dibangun dapat bekerja dengan dua kondisi, yaitu menggunakan *smart card* dan menggunakan *device* yang dapat mengakses website baik itu *smartphone* ataupun laptop. Luaran sistem berupa *attendance system*, *parking system*, dan *indoor monitoring system*.



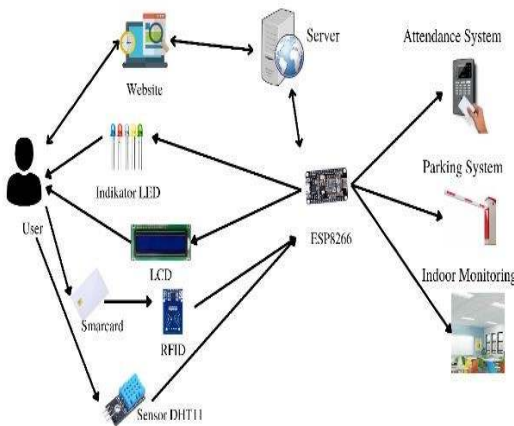
Gambar 1 Arsitektur Jaringan *Smart Campus*



Gambar 2 Gambaran Sistem *Smart Campus*

B. Tahap Perancangan

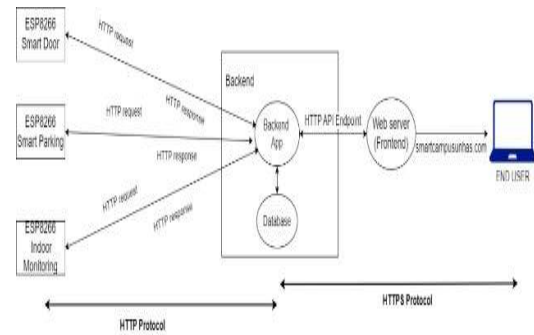
Rancangan sistem smart campus yang dibangun diperlihatkan pada Gambar 3 dimana user dapat mengakses fitur smart campus dengan cara menggunakan RFID Card dan website.



Gambar 3 Rancangan Sistem *Smart Campus*

Pertama, user menggunakan RFID card yang dapat mengakses *Attendance system* dan membuka palang parkir, dimana UID card akan diproses oleh

ESP8266 pada sistem yang dituju. Apabila berhasil maka indikator LED akan menyala sebagai tanda berhasil mengakses. Kedua, user mengakses website yang terhubung pada server database yang dapat mengakses ketiga fitur *smart campus*. Apabila berhasil melalui pengisian data pada web maka pada ada tampilan berhasil pada website dan fitur yang diakses akan berhasil dibuka.

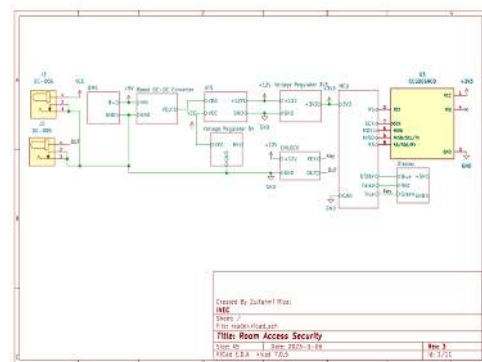


Gambar 4 Perancangan Arsitektur Jaringan

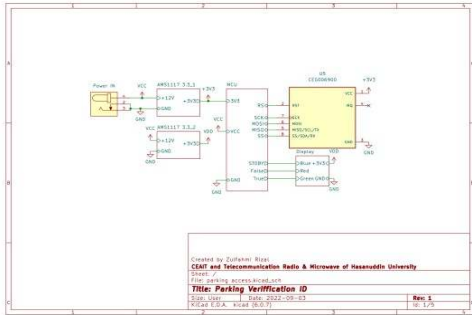
Gambar 4 menjelaskan garis besar arsitektur sistem yang dibuat yang memperlihatkan hubungan setiap entitas. Dalam rancangan jaringan ini, komunikasi mikrokontroler NodeMCU menggunakan protocol HTTP dengan melakukan *request* ke *server back-end*, yang data API Endpoint juga diambil dari *Web Server*.

1. Perancangan Hardware

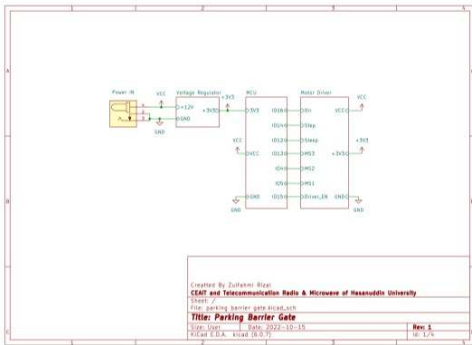
Proses perancangan hardware untuk sistem *smart campus* dibuat berdasarkan fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan pengaplikasiannya. Perancangan ini memiliki input (RFID Card dan Website), Process (Mikrokontroler) dan output (*Attendance system*, *Smart Parking*, dan Pemantauan kondisi indoor). Rangkaian skematik dari ketiga sistem yang dibuat diperlihatkan pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 8.



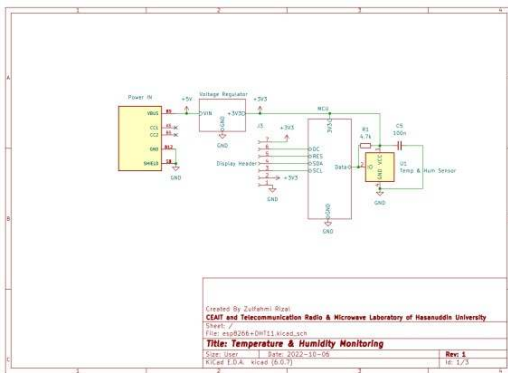
Gambar 5 Skematik Rangkaian Attendance System



Gambar 6 Rangkaian Skematik *Parking Verification ID*



Gambar 7 Rangkaian Skematik *Parking Barrier Gate*

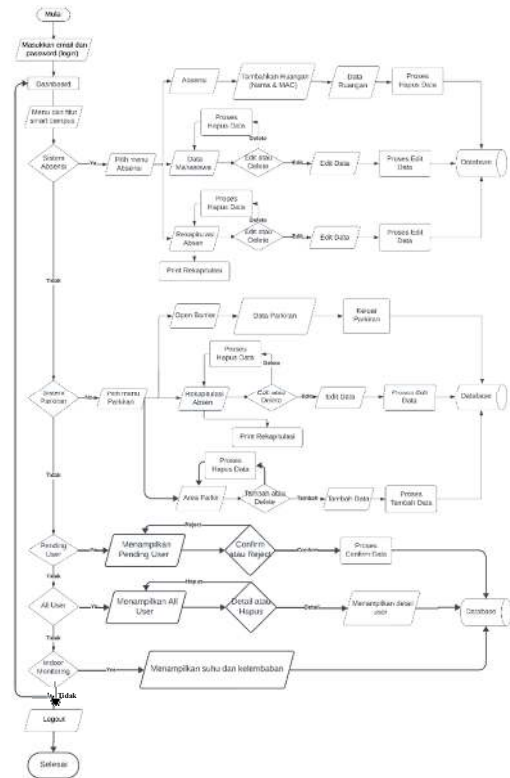


Gambar 8 Rangkaian Skematik *Indoor Monitoring*

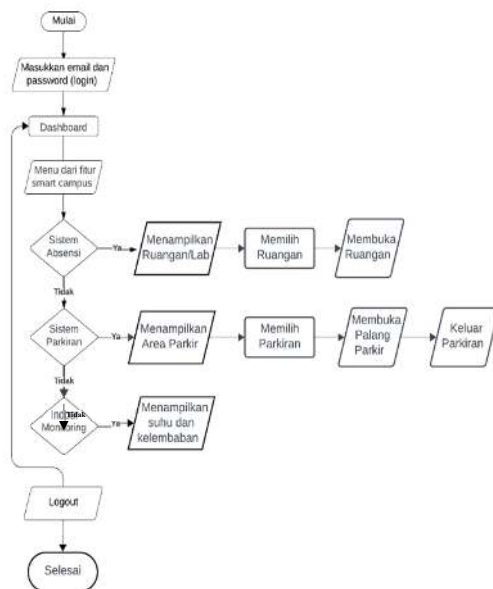
## 2. Perancangan Software

Adapun perancangan software terbagi atas dua bagian, yaitu perancangan database sebagai tempat penyimpanan data yang telah dikirim oleh ESP8266 dan perancangan website sebagai media pengintegrasian sistem IoT pada smart campus. Perancangan software untuk mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP8266 dengan bahasa pemrograman C/C++.

Sistem website digambarkan dalam bentuk flowchart pada sisi admin (Gambar 9) dan sisi user (Gambar 10).



Gambar 9 Flowchart Sistem Website Sisi Admin



Gambar 10 Flowchart Sistem Website Sisi User

User dapat mendaftarkan diri secara mandiri, namun admin akan berperan untuk menerima atau menolak berdasarkan data yang dimasukkan valid atau tidak. Kemudian data yang terdaftar pada database setelah login maka akan diarahkan pada dashboard sesuai *user\_type* dan dapat mengakses semua fitur. Dashboard user dapat mengakses untuk fitur *open door*, *open the barrier* parkir dan dapat melihat indoor monitoring. Sedangkan, *dashboard admin* dapat mengakses semua fitur pada sisi user dan ada beberapa tambahan seperti dapat menambahkan seats, rekapitulasi data parkir, mendaftarkan user dan RFID, data mahasiswa, dan rekapitulasi dari absensi.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Hasil Pengujian Hardware

Pada pengujian *hardware* akan dilakukan pengujian dan analisa dari keseluruhan sistem pengamanan yang dibuat sebagai berikut.

##### 1. Pengujian Jarak Baca Reader dengan Smartcard

Pengujian ini dilakukan pada beberapa jarak yang berbeda yang bertujuan untuk mengetahui smartcard tersebut masih dapat terbaca atau tidak. Indikator terbaca atau tidaknya smartcard tersebut ditunjukkan dengan indikator lampu LED. Hasil ujicoba diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian Jarak Baca Reader dengan Smartcard

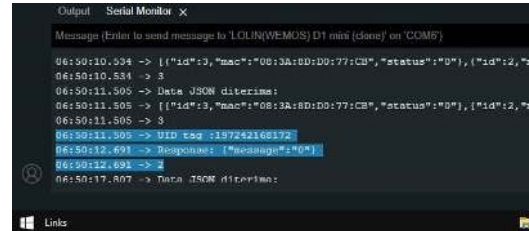
| No. | UID Card   | Jarak (mm) | Smart Card pada Sistem Attendance System | Smart Card pada Sistem Parking System |
|-----|------------|------------|--|---------------------------------------|
| 1   | 1771137027 | 0          | Berhasil                                 | Berhasil                              |
| 2   | 1771137027 | 5          | Berhasil                                 | Berhasil                              |
| 3   | 1771137027 | 10         | Berhasil                                 | Berhasil                              |
| 4   | 1771137027 | 15         | Berhasil                                 | Berhasil                              |
| 5   | 1771137027 | 20         | Berhasil                                 | Berhasil                              |
| 6   | 1771137027 | 25         | Berhasil                                 | Berhasil                              |
| 7   | 1771137027 | 30         | Tidak Berhasil                           | Berhasil                              |

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengujian yang telah dilakukan, dimana untuk *smartcard* pada *reader attendance system* terbaca sampai 2,5 cm sedangkan *reader parking system* dapat terbaca pada

jarak maksimum 3 cm, jika pada jarak lebih dari 3 cm, maka *smartcard* akan gagal terbaca.

##### 2. Pengujian Delay Pembacaan UID

Pengujian *delay scan smartcard* pada *reader* bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap *delay*. Pengujian dilakukan dengan cara meng-tap smartcard ke RFID yang ada di *reader* sampai dengan pintu dan palang parkir terbuka.



Gambar 11 Serial Monitor Pengujian Delay Scan Smartcard pada Reader Attendance System

Pada gambar 11 ditunjukkan serial monitor pengujian *delay scan smartcard* pada *reader attendance system*. Delay dihitung saat memulai tap kartu “UID tag: no ID” sampai dengan tampil kode “2” yang mengindikasikan pintu sudah dapat dibuka.



Gambar 12 Serial Monitor Pengujian Delay Scan Smartcard pada Reader Parking System

Pada gambar 12 ditunjukkan serial monitor pengujian *delay scan smartcard* pada *reader parking system*. Delay dihitung saat memulai tap kartu “UID tag: no ID” sampai dengan tampil kode “Data yang diterima: 2” yang mengindikasikan palang parkir sudah terbuka.

Hasil pengukuran *delay* rata-rata yang didapatkan untuk sistem absensi yaitu 186 millidetik dan sistem parkir 1 detik 682 millidetik. Delay pada sistem parkir lebih lama karena ada dua proses dari men-tap UID Card ke server kemudian server ke penggerak motor pada barrier gate atau palang parkir.

### 3. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban

Pengujian sensor suhu dan kelembaban dilakukan untuk mengetahui apakah sensor DHT11 dapat berfungsi atau tidak. Setelah dilakukan pengujian dengan memberikan tegangan, komponen indoor monitoring dalam hal ini DHT11 dapat menampilkan suhu dan kelembaban berdasarkan kondisi ruangan tempat pengujian.

#### B. Hasil Pengujian Software

Pada pengujian software dilakukan pengujian dan analisa dari keseluruhan halaman web yang dibuat. Halaman web dapat diakses melalui web browser dengan alamat url smartcampusunhas.com.

#### C. Hasil Pengujian Interkoneksi dan Interoperabilitas Sistem

##### 1. Pengujian Integrasi Sistem

Dalam pengujian ini, pengintegrasian pengaplikasian *attendance system* dengan RFID, sistem *smart parking* dan pemantauan suhu/kelembaban ruangan untuk memastikan bahwa data dari masing-masing komponen dapat saling berinteraksi dan ditampilkan dengan benar di website.

Sistem *smart campus* dapat diakses dengan dua cara yaitu menggunakan RFID Card dan website. Berdasarkan rancangan pada sistem smart campus ini, penggunaan *hybrid reader* hanya terdapat pada *attendance system* dan *parking system*. Sehingga, *indoor monitoring* yang hanya menampilkan suhu dan kelembaban ruangan tidak dapat diakses dengan RFID karena komunikasi hanya satu arah.

##### 2. Pengujian Kompatibilitas Sistem

Uji kompatibilitas ini meliputi pengujian komunikasi menggunakan protokol komunikasi HTTP. Memastikan bahwa protokol komunikasi yang digunakan oleh sistem RFID dan website kompatibel satu sama lain. Pengujian kompatibilitas yang berhasil dilakukan adalah Pengujian Get Data dari Endpoint, Pengujian HTTP POST untuk Mengambil Data dari Server, Pengujian Kirim Data Antar Perangkat Menggunakan Socket Server, dan Pengujian Terima Data Antar Perangkat Menggunakan Socket Server.

## V. KESIMPULAN

Perangkat reader hybrid cerdas yang terpasang dapat terinterkoneksi dan terinteroperasi yang dapat diakses menggunakan RFID Card dan website. Sistem website dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan framework laravel dan telah dapat digunakan dengan mengakses smartcampusunhas.com dengan terdiri dari level admin dan user. Hasil unjuk kerja dari sistem menggunakan RFID Card dan Website terdiri dari:

- a. Dari pengujian jarak baca reader dengan smartcard yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa smartcard pada *reader attendance system* terbaca sampai 2,5 cm sedangkan pada *reader parking system* dapat terbaca pada jarak maksimum 3 cm. Jika pada jarak lebih dari 3 cm, maka smartcard akan gagal terbaca.
- b. Dari pengujian delay pembacaan UID card, didapatkan hasil bahwa *delay* rata-rata yang didapatkan untuk sistem absensi yaitu 186 millidetik dan sistem parkir 1 detik 682 millidetik.
- c. Pengujian perangkat indoor monitoring berfungsi karena berhasil menampilkan suhu dan kelembaban ruangan.
- d. Pengujian interkoneksi dan interoperabilitas pada sistem dilakukan dengan protokol komunikasi HTTP untuk perangkat IoT ke server. Sedangkan, komunikasi klien-server pada website menggunakan protokol HTTPS.

## VI. REFERENSI

- Abuarqoub, A., Abusaimeh, H., Hammoudeh, M., Uliyan, D., Abu-Hashem, M. A., Murad, S., ... & Al-Fayez, F. (2017). A survey on internet of things enabled smart campus applications. In Proceedings of the International Conference on Future Networks and Distributed Systems (pp. 1-7).
- Achmad, A., Hasanuddin, Z. B., Sadjad, R. S., Anshar, M., Muslimin, Z., Achmad, A. D., ... & Syarif, S. (2019). Implementasi Aplikasi Database Untuk Mendukung Sistem Smart card Di STKIP Muhammadiyah Bone. JURNAL TEPAT: Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat, 2(1), 31-36.
- Al-Giffary, A. (2022). Desain Implementasi Modul Sensor Array Terkoneksi Server IoT Berbasis Antena Cerdas Untuk Mendukung Jaringan Smart Campus. Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: a survey. Computer Networks. doi, 10, 1016.

- Badan Pusat Statistik. (2020). Definisi Interoperabilitas [Interoperability]. <https://qasp2020.bps.go.id/posts/84f97df21abb4947afd5e271bb586f04/interoperability/definisi-interoperabilitas>
- Bormann, C., Castellani, A. P., & Shelby, Z. (2012). Coap: An application protocol for billions of tiny internet nodes. *IEEE Internet Computing*, 16(2), 62-67.
- Bröring, A., Echterhoff, J., Jirka, S., Simonis, I., Everding, T., Stasch, C., ... Lemmens, R. (2011). New generation Sensor Web Enablement. *Sensors*. 11(3), 2652-2699. <https://doi.org/10.3390/s110302652>
- Effendi, S., Heriansyah, H., Haryansyah, H., & Pamungkas, M. S. (2017). Rekayasa Sistem Parkir Berlangganan Berbasis RFID (Radio Frequency Identification). *Journal of Applied Microcontroller and Autonomous System*, 3(1), 27-37.
- Flores-Martin, D., Pérez-Vereda, A., Berrocal, J., Canal, C., & Murillo, J. M. (2018, December). Interconnecting IoT devices to improve the QoL of elderly people. In *International Workshop on Gerontechnology* (pp. 83-93). Cham: Springer International Publishing.
- Fortino, G., Savaglio, C., Palau, C. E., de Puga, J. S., Ganzha, M., Paprzycki, M., ... & Llop, M. (2018). Towards multi-layer interoperability of heterogeneous IoT platforms: The INTERIoT approach. *Integration, interconnection, and interoperability of IoT systems*, 199-232.
- Geetanjali, V., Subramanian, I., Kannan, G., Prathiba, S. B., & Raja, G. (2019). IoTexpert: Interconnection, interoperability, and integration of IoT platforms. In *Proceedings of the 11th International Conference on Advanced Computing, ICoAC 2019* (pp. 212-219). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICoAC48765.2019.246842>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.
- Indonesia. (1999). Undang-Undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi.
- ITU. (2005). ITU Internet report 2005: The internet of things. *ITU Internet Report 2005*, 212.
- Khatimah, K. (2022). Sistem Presensi Berbasis Smart Hybrid Reader. Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Kinkar, S., Hennessy, M., & Ray, S. (2016). An ontology and integration framework for smart communities. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 16(1), 011003.
- Lueth, K. L. (2020). State of the IoT 2020: 12 billion IoT connections, surpassing non-IoT for the first time. <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-2020-12-billion-iot-connectionssurpassing-non-iot-for-the-first-time/>
- Madakam, S., Lake, V., Lake, V., & Lake, V. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(05), 164.
- Muhamad, W., Kurniawan, N. B., & Yazid, S. (2017). Smart campus features, technologies, and applications: A systematic literature review. In *2017 International conference on information technology systems and innovation (ICITSI)* (pp. 384-391). IEEE.
- Mustaqbal, M. S., Firdaus, R. F., & Rahmadi, H. (2015). Pengujian aplikasi menggunakan black box testing boundary value analysis (studi kasus: Aplikasi prediksi kelulusan smnptn). *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 1(3).
- Navani, D., Jain, S., & Nehra, M. S. (2017, December). The internet of things (IoT): A study of architectural elements. In *2017 13th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS)* (pp. 473-478). IEEE.
- Nur, A., Ismail, A., FS, A., Nuryana, A., & Informatika, T. (2019). Perancangan Website Data Karyawan Dengan menggunakan PHP dan MYSQL. *J. Sist. basis data*, no. January, 1-8.
- Prihatmoko, C.R. (2021). Pengembangan Teknologi Smart Hybrid Reader Untuk Sistem Smart Campus Unhas. Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Rahman, H., & Hussain, M. I. (2020). A comprehensive survey on semantic interoperability for Internet of Things: Stateof-the-art and research challenges. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 31(12), e3902.
- Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King*



- Saud University-Computer and Information Sciences, 30(3), 291-319.
- Rozana, L., & Musfekar, R. (2020). Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pengarsipan Surat Berbasis Web Pada Kantor Lurah Desa Dayah Tuha. *Cyberspace: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(1), 14-20.
- Sabran, Purnamawati, & Nasruddin. (2020). Penerapan Smart Lab Automatitaton Berbasis IoT Pada Laboratorium Digital Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika FTUNM. *JETC*, 15(2), 1–23.
- Sari, A. O., & Abdilah, A. Sunarti. (2015). Web Programming. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Secure Technology Alliance (2005). Contactless Smart Card Technology and Electronic Passports: Frequently Asked Questions. [https://www.securetechalliance.org/resources/pdf/RFID\\_and\\_Contactless\\_Smart\\_Cards\\_FAQ\\_FINAL\\_042105.pdf](https://www.securetechalliance.org/resources/pdf/RFID_and_Contactless_Smart_Cards_FAQ_FINAL_042105.pdf)
- Shobrina, U. J., Primananda, R., & Maulana, R. (2018). Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF2401, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(4), 15101517.
- Silva, J. D. C., Rodrigues, J. J. P. C., Saleem, K., Kozlov, S. A., & Rabelo, R. A. L. (2019). M4DN.IoT-A Networks and Devices Management Platform for Internet of Things. *IEEE Access*, 7, 53305–53313. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2909436>
- Solichin, A., & Kom, S. (2005). Pemrograman WEB dengan PHP dan MySQL. Achmatim.Net. [https://www.researchgate.net/publication/236885805\\_Pemrograman\\_Web\\_dengan\\_PHP\\_dan\\_MySQL](https://www.researchgate.net/publication/236885805_Pemrograman_Web_dengan_PHP_dan_MySQL).
- Srivastava, L. (2006, March). Pervasive, ambient, ubiquitous: the magic of radio. In European Commission Conference “From RFID to the Internet of Things”, Bruxelles, Belgium.
- Sterling, B. (2005). Shaping things—Mediawork pamphlets. [https://mitp-content-server.mit.edu/books/content/sectbyfn/books\\_pres\\_0/5950/mediawork.zip/titles/shaping/shaping\\_book.html](https://mitp-content-server.mit.edu/books/content/sectbyfn/books_pres_0/5950/mediawork.zip/titles/shaping/shaping_book.html)
- Sudarmanto, S., & Cahyani, A. (2007). Perancangan Sistem Pengendalian Motor Servo pada Robot Berkaki Menggunakan Microcontroller PIC 16F84. In Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI).
- Sutaya, I Wayan. (2014). Sistem Mikroprosesor. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Swetina, J., Lu, G., Jacobs, P., Ennesser, F., & Song, J. (2014). Toward a standardized common M2M service layer platform: Introduction to oneM2M. *IEEE Wireless Communications*, 21(3), 20–26. <https://doi.org/10.1109/MWC.2014.6845045>
- Szilagyi, I., & Wira, P. (2016). Ontologies and semantic Web for the internet of things - A survey. In *IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference)* (pp. 6949–6954). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/IECON.2016.7793744>
- Tian, Z., Cui, Y., An, L., Su, S., Yin, X., Yin, L., & Cui, X. (2018). A real-time correlation of host-level events in cyber range service for smart campus. *IEEE Access*, 6, 35355–35364. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2846590>
- Tjahjana, A., & Irawan, D. (2010, June). Sistem Smart Class Room Berbasis Smart Card Dan Bahasa Pemrograman C++. In Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI).
- Turang, D. A. O. (2015, December). Pengembangan sistem relay pengendalian dan penghematan pemakaian lampu berbasis mobile. In *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)* (Vol. 1, No. 1).
- Vargas, D. C. Y., & Salvador, C. E. P. (2016). Smart IoT gateway for heterogeneous devices interoperability. *IEEE Latin America Transactions*, 14(8), 3900–3906. <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7786378>.
- Xu, Z., Chao, L., & Peng, X. (2018). T-REST: An open-enabled architectural style for the Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(3), 4019-4034.
- Yan, Z., Zhang, P., & Vasilakos, A. V. (2014). A survey on trust management for Internet of Things. *Journal of Network and Computer Applications*, 42, 120–134. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2014.01.014>

Yang, A. M., Li, S. S., Ren, C. H., Liu, H. X., Han, Y., & Liu, L. (2018). Situational awareness system in the smart campus. *Ieee Access*, 6, 63976-63986. doi:10.1109/ACCESS.2018.2877428.

Zhamanov, A., Sakhiyeva, Z., Suliyev, R., & Kaldykulova, Z. (2018). IoT smart campus review and implementation of IoT applications into education process of university. In 2017 13th International Conference on Electronics, Computer and Computation, ICECCO 2017 (Vol. 2018-January, pp. 1-4). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICECCO.2017.8333334>