

SKRIPSI

**INTERKONEKSI DAN INTEROPERABILITAS PERANGKAT
READER HYBRID CERDAS MENGGUNAKAN WEBSITE**

Disusun dan Diajukan oleh:

NUR ISLAMIYAH ANGRAENI

D041 18 1028



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

INTERKONEKSI DAN INTEROPERABILITAS PERANGKAT *READER*

***HYBRID* CERDAS MENGGUNAKAN WEBSITE**

Nama: **DM1161020**

Program Studi: **Teknik Elektro**

Jenjang: **S1**

Disusun dan diajukan oleh:

Menyatakan dengan ini **NUR ISLAMİYAH ANGRAENI**

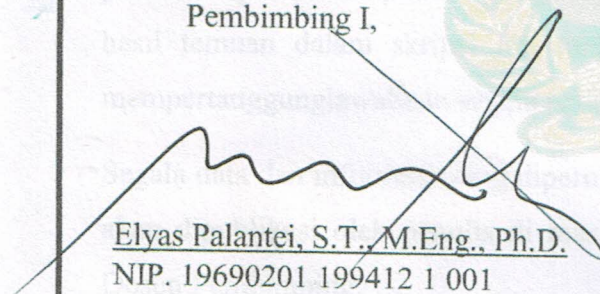
D041 18 1028
INTERKONEKSI DAN INTEROPERABILITAS PERANGKAT *READER*
***HYBRID* CERDAS MENGGUNAKAN WEBSITE**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengembalian tulisan
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 13 Oktober 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,


Pembimbing I,

Pembimbing II,


Elyas Palantei, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19690201 199412 1 001


Prof. Dr. Eng. Intan Sari Areni., ST., MT
NIP. 19750203 200012 2 002




W. Dewiani, M.T.
NIP. 19691026 199412 2 001

Makassar, 16 Oktober 2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Nur Islamiyah Angraeni
NIM : D041181020
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

INTERKONEKSI DAN INTEROPERABILITAS PERANGKAT READER HYBRID CERDAS MENGGUNAKAN WEBSITE

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklasifikasikan dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 16 Oktober 2023



Yang Menyatakan

Nur Islamiyah Angraeni

ABSTRAK

NUR ISLAMIYAH ANGRAENI. *Interkoneksi Dan Interoperabilitas Perangkat Reader Hybrid Cerdas Menggunakan Website* (dibimbing oleh Elyas Palantei dan Intan Sari Areni)

Smart campus memiliki potensi untuk meningkatkan efektivitas operasional kampus. Namun, hal tersebut dapat dicapai dengan menyelesaikan masalah interkoneksi dan interoperabilitas perangkat 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 bisa dilakukan untuk semua sistem. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa *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. Sedangkan *delay* untuk sistem absensi yaitu 186 ms dan pada sistem parkir yaitu 1 detik 862 millidetik. Pengujian sistem *indoor monitoring* berhasil dilakukan dengan perangkat telah menampilkan suhu dan kelembaban ruangan. Pengujian sistem 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.

ABSTRACT

NUR ISLAMIYAH ANGRAENI. *Interconnection and Interoperability of Hybrid Smart Reader Devices Using Website* (supervised by Elyas Palantei and Intan Sari Areni)

Smart campuses have the potential to improve the effectiveness of campus operations. However, it can be achieved by solving the problem of interconnection and interoperability of IoT devices. So in this research, a system is created that can connect several IoT implementations in smart campus, namely, attendance system, parking system and indoor condition monitor that can be interoperated by various constituent devices. The research objective is to make the installed smart hybrid reader device can be interconnected and interoperated with the website. The smart campus system can be accessed by RFID Card and website. The systems that can be accessed with RFID Card are attendance system and parking system, while using the website can be done for all systems. Based on the testing that has been done, the results show that the smartcard on the reader attendance system is read up to 2.5 cm while the reader parking system can be read at a maximum distance of 3 cm, if at a distance of more than 3 cm, the smartcard will fail to be read. Meanwhile, the delay for the attendance system is 186 ms and the parking system is 1 second 862 milliseconds. Testing of the indoor monitoring system was successful with the device displaying the room temperature and humidity. Testing of the system Interconnection and interoperability testing on the system is carried out with the HTTP communication protocol by integrating through the website via the smartcampusunhas.com URL page.

Keywords: Interconnection, Internet of Things, Interoperability, Smart Campus Website.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
KATA PENGANTAR	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Internet of Things	6
2.1.1 Interkoneksi Jaringan IoT.....	7
2.1.2 Interoperabilitas Jaringan IoT.....	8
2.2 <i>Smart Campus</i>	8
2.3 Perangkat <i>Reader Hybrid Cerdas</i>	9
2.4 ESP8266.....	10
2.5 RFID	11
2.6 <i>Contactless Smart Card</i>	11
2.7 Motor Servo	12
2.8 Website	13
2.9 PHP.....	14
2.10 <i>Database</i>	14
2.11 MySQL	15
BAB III	16
METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Judul Penelitian	16
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	16

3.3 Jenis Penelitian.....	16
3.4 Tahap Penelitian.....	16
3.5 Alat dan Bahan.....	18
3.6 Gambaran Sistem <i>Smart Campus</i>	19
3.7 Tahap Perancangan.....	21
3.7.1 Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.7.2 Perancangan <i>Software</i>	28
3.7.3 Tahapan Interkoneksi dan Interoperabilitas Sistem.....	44
3.8 Pengujian Kinerja Sistem.....	44
3.8.1 Pengujian Kinerja <i>Hardware</i>	45
3.8.2 Pengujian Kinerja <i>Software</i>	47
3.8.3 Pengujian Interkoneksi dan Interoperabilitas Sistem.....	48
BAB IV.....	51
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Hasil Pengujian <i>Hardware</i>	51
4.1.1 Pengujian Jarak Baca <i>Reader</i> dengan <i>Smartcard</i>	52
4.1.2 Pengujian <i>Delay</i> Pembacaan UID.....	53
4.1.3 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban.....	56
4.2 Hasil Pengujian <i>Software</i>	56
4.3 Pengujian Interkoneksi dan Interoperabilitas Sistem.....	67
4.3.1 Pengujian Integrasi Sistem.....	67
4.3.2 Pengujian Kompatibilitas Sistem.....	69
BAB V.....	75
KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Aplikasi <i>Smart Campus</i> dan Manfaatnya	9
Tabel 2 Alat dan Bahan.....	18
Tabel 3 Pengujian Jarak Baca <i>Reader</i> dengan <i>Smartcard</i>	52
Tabel 4 Pengujian <i>Delay</i> Pembacaan UID.....	54
Tabel 5 Pengujian Halaman <i>Login</i> Website	56
Tabel 6 Pengujian Halaman Registrasi Website	57
Tabel 7 Pengujian Tampilan Website Admin	58
Tabel 8 Pengujian Halaman Attendance System oleh Admin	60
Tabel 9 Pengujian Halaman Attendance System oleh User	62
Tabel 10 Pengujian Halaman Parking System oleh Admin	62
Tabel 11 Pengujian Halaman Parking System oleh User	65
Tabel 12 Pengujian Halaman Indoor Monitoring.....	66
Tabel 13 Pengujian Integrasi Sistem	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Perangkat <i>Reader Hybrid</i> Cerdas	10
Gambar 2 ESP8266.....	10
Gambar 3 RFID	11
Gambar 4 <i>Contactless Smart Card</i>	12
Gambar 5 Tren IoT	13
Gambar 6 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	17
Gambar 7 Arsitektur Jaringan <i>Smart Campus</i>	19
Gambar 8 Gambaran Sistem <i>Smart Campus</i>	20
Gambar 9 Rancangan Sistem <i>Smart Campus</i>	22
Gambar 10 Perancangan Arsitektur Jaringan	22
Gambar 11 Skematik Rangkaian <i>Attendance System</i>	24
Gambar 12 Layout PCB <i>Attendance System</i> Sisi Atas	24
Gambar 13 Layout PCB <i>Attendance System</i> Sisi Bawah.....	24
Gambar 14 Rangkaian Skematik <i>Parking Verification ID</i>	25
Gambar 15 <i>Layout PCB Parking Verification ID</i> Sisi Bawah.....	26
Gambar 16 <i>Layout PCB Parking Verification ID</i> Sisi Atas.....	26
Gambar 17 Rangkaian Skematik <i>Parking Barrier Gate</i>	26
Gambar 18 <i>Layout PCB Parking Barrier Gate</i> Sisi Bawah	27
Gambar 19 <i>Layout PCB Parking Barrier Gate</i> Sisi Atas	27
Gambar 20 Rangkaian Skematik <i>Indoor Monitoring</i>	27
Gambar 21 <i>Layout PCB Indoor Monitoring</i> Sisi Atas	28
Gambar 22 <i>Layout PCB Indoor Monitoring</i> Sisi Bawah.....	28
Gambar 23 <i>Flowchart</i> Sistem Website Sisi Admin.....	29
Gambar 24 <i>Flowchart</i> Sistem Website Sisi User	30
Gambar 25 <i>Use Case</i> Website.....	31
Gambar 26 <i>Activity Diagram</i> User Login	34
Gambar 27 <i>Activity Diagram</i> User – Fitur <i>Attendance System</i>	35
Gambar 28 <i>Activity Diagram</i> User – Fitur <i>Parking System</i>	36
Gambar 29 <i>Activity Diagram</i> User – Fitur <i>Indoor Monitoring</i>	36
Gambar 30 <i>Activity Diagram</i> User – Logout	37
Gambar 31 <i>Activity Diagram</i> Admin – Login.....	37
Gambar 32 <i>Activity Diagram</i> Admin – Fitur <i>Attendance System</i>	38
Gambar 33 <i>Activity Diagram</i> Admin – Fitur <i>Parking System</i>	40
Gambar 34 <i>Activity Diagram</i> Admin – Fitur <i>Indoor Monitoring</i>	41
Gambar 35 <i>Activity Diagram</i> Pending User	41
Gambar 36 <i>Activity Diagram</i> Admin - Logout	42
Gambar 37 Rancangan Halaman Login	43
Gambar 38 Rancangan <i>Dashboard</i> Website	43
Gambar 39 Ilustrasi Pengujian <i>Reader</i> pada <i>Parking System</i>	46
Gambar 40 Ilustrasi Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban	47
Gambar 41 <i>Hardware Attendance System</i>	51
Gambar 42 <i>Hardware Parking System</i>	51
Gambar 43 <i>Indoor Monitoring</i> (Suhu dan Kelembaban).....	51
Gambar 44 <i>Tapping Smartcard Attendance System</i>	52
Gambar 45 <i>Tapping Smartcard Parking System</i>	52

Gambar 46 Jarak Baca <i>Reader</i> dengan <i>Smartcard</i>	53
Gambar 47 Pengujian <i>Delay Scan RFID Card Attendance System</i>	53
Gambar 48 Pengujian <i>Delay Scan RFID Card Parking System</i>	53
Gambar 49 Serial Monitor Pengujian <i>Delay Scan Smartcard</i> pada <i>Reader Attendance System</i>	54
Gambar 50 Serial Monitor Pengujian <i>Delay Scan Smartcard</i> pada <i>Reader Parking System</i>	54
Gambar 51 <i>Delay</i> Pembacaan <i>UID Card</i>	55
Gambar 52 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban	56
Gambar 53 Integrasi Data Akses <i>Attendance System</i> dan <i>Parking System</i>	68
Gambar 54 Penggunaan HTTP GET untuk Mengambil Data dari Server.....	69
Gambar 55 Pengujian GET Data di Postman.....	70
Gambar 56 Penggunaan HTTP POST untuk Mengambil Data dari Server.....	70
Gambar 57 Pengujian POST Data <i>Reader</i> di Postman	71
Gambar 58 Pengujian POST Data Suhu dan Kelembaban di Postman	71
Gambar 59 Kode Transfer Data Antar Perangkat	72
Gambar 60 Serial Monitor hasil pengiriman Data Antar Perangkat Menggunakan <i>Socket Server</i>	72
Gambar 61 Kode Terima Data Antar Perangkat	73
Gambar 62 Kode untuk menghubungkan Ke Wifi	73
Gambar 63 <i>Serial Monitor</i> untuk Terima Data Antar Perangkat Menggunakan <i>Socket Server</i>	74

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur penulis panjatkan kepala Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat-Nya, kesehatan, petunjuk, serta kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Interkoneksi dan Interoperabilitas Perangkat *Reader Hybrid* Cerdas Menggunakan Website”. Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam isi tugas akhir ini sehingga semua kritik dan saran akan sangat bermanfaat untuk penulis agar dapat lebih baik lagi dikemudian hari.

Pembuatan skripsi ini berdasarkan perkembangan dunia teknologi dan telekomunikasi yang semakin hari semakin pesat di dunia dan topik Smart Campus menjadi salah satunya. Tujuan penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan, dukungan, dan doanya. Penulis mengucapkan terima kasih antara lain kepada:

1. Kedua Orang tua, tante, serta keluarga penulis yang tidak pernah lelah memberikan dukungan, bantuan, dan doa.
2. Bapak Elyas Palantei, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku pembimbing 1 dan Ibu Prof. Dr. Eng. Intan Sari Areni, S.T. M.T. selaku pembimbing pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, saran, dukungan, dan motivasinya dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Samuel Panggalo, M.T. selaku Penguji 1 dan Ibu Andini Dani Achmad, S.T., M.T. selaku Penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak/Ibu dosen dan staff Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan ilmu yang tidak terbatas selama kuliah dan membantu untuk kelancaran proses penyusunan skripsi ini.

5. Teman-teman CAL18RATOR dan special untuk *Together to Heaven* (TTH), Future Gadget Lab, Teman Lab Riset Telekomunikasi, Radio, dan Microwave (Yuyun, Isnay, Azhima) yang selalu berbagi kebahagiaan, waktu, dan keluhan selama berproses menjadi mahasiswa.
6. Teman yang membantu penulis dalam penyelesaian skripsi, *special thanks to* Zul, Ardi, Giga, dan Farrel.
7. Terima kasih untuk diriku yang hebat, *love you* Miya.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Gowa, 13 September 2023

Nur Islamiyah Angraeni

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi berkembang pesat seiring dengan kebutuhan akan solusi dari permasalahan yang semakin kompleks. Berbagai permasalahan di bidang pendidikan, pertanian, kedokteran dan lain-lain tidak lepas dari peran teknologi. 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).

Pada tahun 2021, *IoT Analytics* memperkirakan jumlah global perangkat IoT yang terhubung yaitu 12,3 miliar *endpoints* yang aktif. Pada tahun 2025, kemungkinan akan ada lebih dari 27 miliar koneksi IoT (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 pelbagai domain (Vargas et al., 2016) (Muhammad et al., 2017).

Smart campus sebagai salah satu penerapan *Internet of Things* juga mengalami tantangan yang sama. Ada banyak pengimplementasian baik itu *smart learning* (*attendance system, library, laboratory, etc*), *smart parking, renewable energy, and smart grid*, dan lainnya. Perangkat yang digunakan tersebut menggunakan merek vendor, data format, dan teknologi yang berbeda.

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. Hal yang sama diungkapkan oleh Geetanjali bahwa banyak *stakeholder*, misal pengembang aplikasi, distributor *platform*, dan pengguna yang terlibat dalam ekosistem IoT mengatakan kurangnya interoperabilitas dan interkoneksi *platform* menjadi alasan utama dalam pengimplementasian dan operasi IoT (Geetanjali et al., 2019).

Dalam penelitian (Sabran et al., 2020) telah membuat aplikasi sistem parkir menggunakan RFID dengan menggunakan website untuk melihat laporan

kendaraan. Namun pada penelitian ini parkir hanya dapat diakses menggunakan RFID belum bisa menggunakan *device* baik itu *smartphone* atau laptop yang terhubung ke internet. Kemudian, pada (Khatimah, 2022) membuat sistem absensi untuk laboratorium menggunakan *smart hybrid reader* berteknologi RFID dan website yang dapat diakses menggunakan *smartphone* dan laptop. Sehingga dapat dikatakan membuat *platform* yang mengkoneksikan perangkat yang berbeda. 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.

Universitas Hasanuddin sebagai institusi pendidikan tinggi sedang dalam proses menuju *smart campus*. Pengaplikasian IoT dalam manajemen operasional kampus dapat meningkatkan efisiensi dan keefektifan (Zhamanov et al., 2017). Untuk efisiensi dan efektivitas manajemen kampus, meningkatkan tingkat kepuasan pengguna, meningkatkan keamanan aset, perangkat *card reader* merupakan teknologi yang tepat (Achmad et al., 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. *Grand idea* dalam penelitian ini diharapkan agar perangkat yang berbeda-beda, dapat saling mengakses sistem dengan data format yang sama. Protokol komunikasilah yang bertanggungjawab dalam interkoneksi dan interoperabilitas sistem. Dengan satu kartu RFID dapat mengakses fitur yang berbeda-beda, dan nantinya diharapkan semua universitas dapat terhubung dengan sistem keamanan yang lebih tinggi. Misalnya, kartu RFID mahasiswa Universitas Hasanuddin dapat mengakses pintu masuk di perpustakaan Universitas Negeri Makassar. Namun, tentunya kartu telah diatur untuk hanya dapat mengakses tempat-tempat tertentu saja.

Dari rujukan penelitian yang telah ada sebelumnya dan *grand idea* yang diharapkan, dapat ditarik kesimpulan bahwa tantangan IoT yaitu masalah interoperabilitas dan interkoneksi perangkat yang heterogen. Kemudian dari

penelitian sebelumnya sistem yang diusulkan hanya terfokus pada satu implementasi saja sehingga sistem informasi setiap aplikasi masih berbeda-beda. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan 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.

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* yaitu pemantau kondisi dalam ruangan merupakan fitur tambahan yang juga dapat dilihat langsung pada perangkat yang terpasang di ruangan dan dapat dimonitor di website. Ketiga sistem tersebut saling terinterkoneksi dan terinteroperabilitas dalam sebuah website.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana membuat perangkat *reader hybrid* cerdas yang terpasang dapat terinterkoneksi dan terinteroperasi?
2. Bagaimana cara membangun website yang dapat menginterkoneksi dan menginteroperasi *reader hybrid* cerdas?
3. Bagaimana unjuk kerja sistem menggunakan RFID Card dan website?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Membuat perangkat *reader hybrid* cerdas yang terpasang dapat terinterkoneksi dan terinteroperasi.

2. Mengetahui pembangunan website yang dapat menginterkoneksi dan menginteroperasi *reader hybrid* cerdas.
3. Mengetahui dan mengimplementasikan unjuk kerja sistem menggunakan RFID Card dan Website.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi menambah wawasan dan kemampuan penulis, serta menjadi sumber data dalam penginterkoneksi dan interoperasi jaringan IoT dalam pengimplementasian *smart campus*.
2. Bagi Institusi Pendidikan Departemen Teknik Elektro dan pada bidang Teknologi Telekomunikasi dan Informasi, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi ilmiah untuk mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan topik *smart campus* dengan perangkat IoT yang terinterkoneksi dan terinteroperasi.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini pembahasan akan difokuskan pada:

1. Penelitian ini menghasilkan sistem *smart campus* dengan fitur yang masih sedikit namun sudah bisa terintegrasi dengan website yang telah dibuat.
2. Penelitian ini mengintegrasikan sistem absensi dengan pembukaan pintu yang dapat diakses dengan kartu RFID dan website.
3. Penelitian ini mengintegrasikan sistem parkir dengan pembukaan palang parker atau *barrier gate* yang dapat diakses dengan kartu RFID dan website.
4. Penelitian ini juga terdapat sistem *indoor monitoring* sederhana dengan dapat melihat suhu dan kelembaban ruangan.

5. Semua rekapitulasi dari data akses baik dari kartu RFID dan website akan tersimpan di *database server* dan tampil pada website.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Internet of Things

Internet of Things adalah platform di mana perangkat berkembang secara terus menerus menjadi lebih pintar, pemrosesan menjadi cerdas, dan komunikasi semakin menjadi informatif (Ray, 2018). *Internet of Things* (IoT) mengacu pada keterhubungan yang ketat antara dunia digital dan fisik (Atzori et al., 2010) (Sterling, 2005) (ITU, 2005) [14]. Objek yang terhubung ke internet menjadi bagian integral dengan kehidupan kita. IoT menjadi solusi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah di berbagai bidang, misalnya, pertanian, bisnis, kedokteran, dan komunitas perkotaan (Geetanjali et al., 2019). Selama dekade terakhir istilah *Internet of Things* (IoT) telah menarik perhatian dengan memproyeksikan visi infrastruktur global objek fisik jaringan, memungkinkan konektivitas kapan saja, di mana saja dan menggunakan media apa saja (Madakam et al., 2015) (Srivastava, 2006).

Infrastruktur IoT diproyeksikan akan terus berkembang secara eksponensial dari beberapa tahun terakhir ini dengan jumlah perangkat IoT yang terinstal meningkat dari kisaran 15 Milyar perangkat hingga melebihi jumlah 75 Miliar perangkat di Tahun 2025 (Fortino et al., 2018). Sedangkan, menurut *IoT Analytics* memperkirakan jumlah global perangkat IoT yang terhubung yaitu 12,3 miliar *endpoints* yang aktif. Pada tahun 2025, kemungkinan akan ada lebih dari 27 miliar koneksi IoT (Lueth, 2020).

Visi *Internet of Things* yaitu menjadikan semua perangkat dapat berkomunikasi dan berinteraksi satu sama lain mampu mengumpulkan informasi, memproses nya, dan membagikannya (Gubbi et al., 2013). Namun, salah satu kendala utama yang dihadapi IoT adalah tingkat heterogenitas yang tinggi dari berbagai kemampuan komunikasi (protokol, teknologi, dan perangkat keras) (Vargas et al., 2016). Keragaman ini sangat besar, mulai dari beberapa protokol komunikasi dasar seperti *Constrained Application Protocol* (CoAP), *Representational State Transfer* (REST), *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT), hingga keluarga protokol standar yang lebih berdedikasi, seperti *One*

Machine to Machine (oneM2M) atau *Open Geospatial Consortium – Sensor Web Enablement* (OGC SWE) (Bormann et al., 2012) (Xu et al., 2019) (Swetina et al., 2014) (Broring et al., 2011). Protokol-protokol ini juga harus saling bekerja untuk mencapai interoperabilitas sistem dalam domain yang berbeda. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu mempertimbangkan beberapa elemen seperti keserbagunaan, efektivitas penggunaan energi, administrasi topologi, kualitas layanan, adaptasi terhadap kegagalan non-kritis, dan keamanan (Silva et al., 2019) (Yan et al., 2014).

Beberapa peneliti dan organisasi saat ini terlibat dalam pengembangan solusi untuk menyediakan komunikasi yang lancar dan bermakna di antara perangkat, teknologi, dan platform yang heterogen. Semua pendekatan tersebut secara luas dapat dibagi menjadi tiga kategori (Rahman et al., 2020):

- **Ontologi:** Ontologi digunakan untuk menggambarkan sifat yang berbeda dari sensor, aktuator, RFID, dan metode yang digunakan untuk penginderaan dan penggerak. Informasi lebih lanjut mengenai penyebaran dan nilai observasi juga ditangkap dengan bantuan ontologi.
- **Middleware:** *Middleware* digunakan untuk menyediakan layanan umum untuk aplikasi dan kesederhanaan untuk pengembangan aplikasi dengan mengintegrasikan perangkat dan data yang heterogen. Ini juga mendukung interoperabilitas semantik dengan mengubah data sensor mentah menjadi RDF menggunakan ontologi dalam beragam aplikasi dan domain layanan.
- **Web semantik:** Jaringan semantik digunakan untuk memperoleh data sensorik yang heterogen, mengekstraksi maknanya agar dapat diakses dari Internet untuk menyediakan interoperabilitas keseluruhan.

2.1.1 Interkoneksi Jaringan IoT

Secara umum, berdasarkan Undang-undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang telekomunikasi (1999) interkoneksi adalah keterhubungan antar jaringan telekomunikasi dari penyelenggara jaringan telekomunikasi yang berbeda. Sedangkan dalam lingkup yang khusus yaitu 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 kita dikondisikan untuk membeli perangkat dari pabrikan yang sama jika kita ingin mencapai kompatibilitas penuh, atau mengatur secara manual masing-masing perangkat (Szilagyi et al., 2016) (Flores et al., 2019).

2.1.2 Interoperabilitas Jaringan IoT

Interoperabilitas adalah dimana suatu aplikasi bisa berinteraksi dengan aplikasi lainnya melalui suatu protokol yang disetujui bersama lewat bermacam-macam jalur komunikasi, biasanya lewat network TCP/IP dan protokol HTTP dengan memanfaatkan file XML (BPS, 2020). Dalam konteks IoT, interoperabilitas dapat dibangun pada tingkat yang berbeda. Interoperabilitas antar sistem heterogen dapat dipahami dan melibatkan (Gubbi et al., 2017):

- Interoperabilitas Teknis, yang terkait dengan komponen perangkat keras/perangkat lunak, sistem, dan platform yang memungkinkan komunikasi mesin-ke-mesin untuk terjadi. Interoperabilitas semacam ini sering berpusat pada (komunikasi) protokol dan infrastruktur yang diperlukan agar protokol tersebut dapat beroperasi.
- *Syntactical Interoperability*, yang berhubungan dengan format data.
- *Semantic Interoperability*, yang terkait dengan makna isi dan menyangkut interpretasi manusia daripada mesin dari konten.
- *Organizational Interoperability*, yaitu kemampuan organisasi untuk berkomunikasi secara efektif dan mentransfer data (informasi) (bermakna) ke berbagai sistem informasi melalui infrastruktur yang sangat berbeda. Interoperabilitas organisasi tergantung pada tiga yang pertama.

2.2 Smart Campus

Smart campus adalah kampus yang menggunakan teknologi dan infrastruktur untuk mendukung dan meningkatkan prosesnya dalam layanan kampus, pengajaran, pembelajaran, penelitian dan kehidupan yang ter

intelektualisasi, yang didasarkan pada IoT (Tian et al., 2018) (Yang et al., 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 et al., 2016).

Pengaplikasian *smart campus* yaitu *smart building*, *renewables and smart grid*, *smart learning* (sistem kehadiran cerdas, laboratorium cerdas, dan perpustakaan cerdas) serta pengolahan air dan limbah. Berikut aplikasi *smart campus* dan manfaatnya (Abuarqoub et al., 2017).

Tabel 1 Aplikasi *Smart Campus* dan Manfaatnya

Aplikasi	Manfaat
<i>Smart Building</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Meningkatkan kualitas lingkungan dalam ruangan (pencahayaan, suhu, tingkat kebisingan, ventilasi alami, dll.). - Otomatisasi pemeliharaan dan pengontrolan. - Menghemat waktu dan biaya. - Mencapai parkir yang efisien. - Melindungi Lingkungan.
<i>Smart Grid</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Meningkatkan pemanfaatan energi dan mengurangi tagihan bulanan. - Meningkatkan <i>sustainable</i> dan keandalan. - Mendeteksi potensi kegagalan - Layanan koneksi dari jarak jauh
<i>Smart Learning</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pembelajaran jarak jauh (daring) - Matakuliah yang dapat disesuaikan dengan mudah - Pelacakan kehadiran otomatis - Kuliah lintas universitas dan pertukaran materi online - Manajemen perpustakaan yang efektif - Pelayanan laboratorium yang efisien
<i>Waste and Water Management</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Melindungi lingkungan - Mendeteksi kebocoran air, variasi tekanan air sepanjang pipa dan kondisi tingkat sampah. - Pengoptimalan rute pengumpulan sampah

2.3 Perangkat *Reader Hybrid Cerdas*

Perangkat *reader hybrid* cerdas adalah *reader* yang beroperasi di dua mode sekaligus yaitu menggunakan *smart card* dan *smartphone* 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 et al., 2020).



Gambar 1 Perangkat *Reader Hybrid* Cerdas

2.4 ESP8266

Modul ESP8266 merupakan modul *low cost* wifi yang didukung penuh untuk penggunaan TCP/IP ataupun UDP. Esp8266 dikembangkan oleh pengembang asal Tiongkok yaitu “Espressif”. Produk ESP866 memiliki banyak varian. Pada penelitian ini digunakan ESP8266 seri ESP-01. Modul wifi ini bersifat SoC (*System on Chip*), sehingga bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Modul Esp8266 juga menyediakan kemampuan tidak tertandingi untuk menanamkan kemampuan wifi dalam sistem yang lain, atau berfungsi sebagai aplikasi standalone dengan biaya yang rendah dan kebutuhan ruang yang minimal (Shobrina et al., 2018).



Gambar 2 ESP8266

Sumber: teknodinamika.com

2.5 RFID

RFID (Radio Frequency Identification) adalah teknologi identifikasi berbasis gelombang radio. Teknologi ini 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 HF (*High Frequency*) untuk aplikasi jarak dekat (*proximity*) dan bekerja pada UHF (Ultra High Frequency) untuk aplikasi jarak jauh (*vicinity*) (Effendi et all, 2017).



Gambar 3 RFID

Sumber: edukasielektronika.com

2.6 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 et all., 2010).



Gambar 4 *Contactless Smart Card*

Sumber: sistemakses.com

Contactless smartcard bekerja dengan cara menyimpan informasi pada chip yang tertanam di dalamnya. *Contactless smart card* menggunakan medan magnet atau elektromagnetik untuk memberi daya pada kartu serta untuk bertukar data dengan *reader*. *Contactless smart card* berisi antena yang tertanam di dalam kartu. Ketika kartu dibawa ke medan elektromagnetik pembaca dari frekuensi yang diperlukan, *chip* pada kartu dihidupkan. Setelah *chip* dihidupkan, protokol komunikasi nirkabel dimulai dan terjadi proses transfer data antara kartu dan *reader*. Berdasarkan standar ISO/IEC 14443, frekuensi yang digunakan adalah 13,56 MHz dan *reader* dengan bidang aktivasi rentang 4 inci atau sekitar 10cm. Dengan kata lain, kartu harus berada dalam jarak 10 cm dari *reader* agar dapat diberi daya secara efektif. Namun, menurut Secure Technology Alliance (2005) jangkauan komunikasi yang efektif untuk kartu yang akan dibaca akan tergantung pada sejumlah faktor seperti kekuatan *reader*, antena *reader*, dan antena *smartcard*.

2.7 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (*servo*), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor (Sudarman et al., 2017) (Sutaya, 2014). Terdapat dua jenis motor servo yaitu:

1. *Motor Servo Standard 180°*

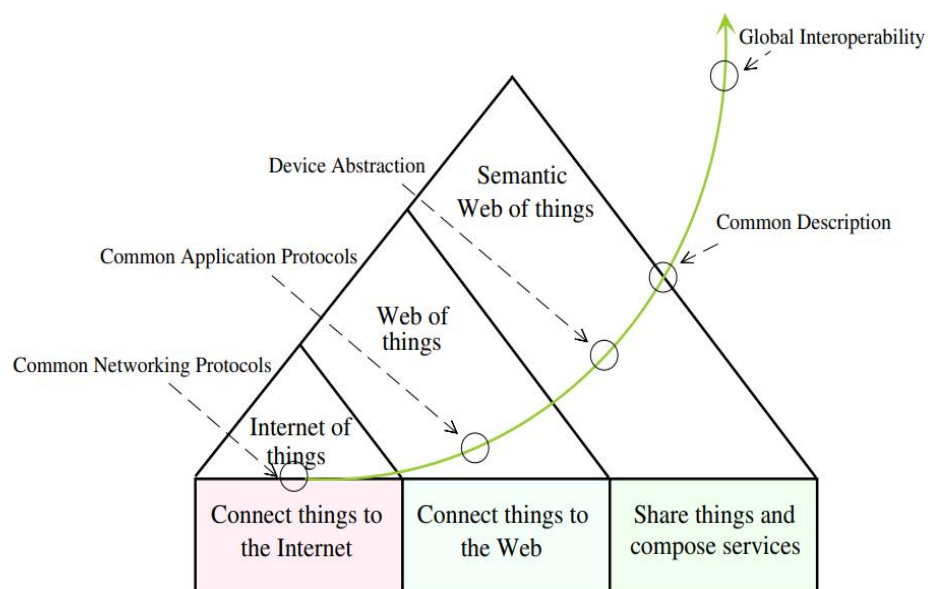
Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah CW dan CCW dengan defleksi ini masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180° .

2. *Motor Servo Continuous*

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah CW dan CCW tanpa Batasan defleksi sudut putar dan dapat berputar secara terus menerus.

2.8 Website

Tantangan utama dalam keberhasilan IoT adalah bahwa sensor biasanya hanya digunakan untuk satu mode dalam satu waktu. Misalnya, sensor suhu di dalam ruangan dapat digunakan secara khusus untuk merasakan suhu ruangan. Data yang dihasilkan dari sensor ini dapat digunakan untuk aplikasi *e-health* untuk memeriksa suhu tubuh pasien. Sensor tunggal harus digunakan sebagai simpul multimodal untuk berbagai aplikasi IoT untuk membuat hidup kita lebih cerdas. Untuk melakukan ini, infrastruktur diperlukan untuk menghubungkan sensor ke Internet dan mempublikasikan datanya dalam format yang dapat dibaca mesin melalui web (Rahman et all, 2020).



Gambar 5 Tren IoT

Gambar 5 di atas menyajikan tren di IoT saat membangun teknologi web semantik. Pertama, interkoneksi antara hal-hal dunia nyata ke internet. Setelah membangun koneksi, kita perlu 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 et al., 2020).

2.9 PHP

PHP adalah singkatan dari *Hypertext Preprocessor*, yaitu bahasa pemrograman yang banyak digunakan untuk memproses pembuatan dan pengembangan situs web dapat digunakan dalam kombinasi dengan HTML. PHP pertama kali dibuat pada tahun 1994 oleh *programmer* C Rasmus Lerdorf (Kurniawan et al., 2019).

PHP merupakan sebuah bahasa skrip yang berbasis server (server-side) yang dapat mem-parsing kode php dari kode web dengan ekstensi .php. PHP bertujuan untuk menghasilkan tampilan website yang dinamis. Halaman HTML dapat menjadi lebih dinamis, powerful, dan dapat dipakai sebagai aplikasi lengkap dengan menambahkan skrip PHP (Sari et al., 2015).

2.10 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 adalah Database Management System (DBMS) (Nur et al., 2018).

2.11 MySQL

MySQL adalah perangkat lunak sistem manajemen basis data SQL. Manajemen Database Sistem ini multithreaded dan multiuser dengan sekitar 6 juta instalasi di seluruh dunia. MySQL juga merupakan implementasi dari *Relational Database Management System* (RDBMS), yang didistribusikan secara gratis di bawah *General Public License* (GPL). Semua pengguna bebas menggunakan MySQL, tetapi yang dibatasi perangkat lunak tidak dapat digunakan sebagai turunan komersial (Sari et al., 2015).

Dengan adanya DBMS ini, pengguna akan lebih mudah mengontrol dan memanipulasi data yang ada. Adapun kelebihan dari MySQL, antara lain (Solichin, 2016):

- a. *Free* (Bebas di download)
- b. Fleksibel dengan berbagai pemrograman
- c. Mudah untuk manajemen *database*
- d. Stabil dan tangguh
- e. *Security* yang baik
- f. Dukungan dari banyak komunitas
- g. Dapat mendukung transaksi
- h. Perkembangan perangkat lunak yang cukup cepat.