



Prototipe Kelas Pintar dengan Absensi Otomatis MAC Address Gawai Berbasis IoT

Adi Setiawan¹, Gyga Putra Parsaulian Hutaaruk², Tita Aisyah³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: adiseti.st@gmail.com

Abstract

This IoT-based smart classroom prototype was built using the NodeMCU microcontroller ESP8266. The automation system works by checking if there are users connected to the access point in the classroom and the course scheduled to use it. The attendance check is done by fetching MAC address from a user's device automatically. Next, it will activate relay to turn on electrical facilities in the used classroom, such as lamps, fans, or air conditioners. The system also uses the website using MySQL database to monitor classroom conditions, edit class schedules, register user devices to the system and access attendance data. From the tests carried out, the system can run according to design. Among other things, the relay circuit can be arranged according to the schedule of activities and the whereabouts of the user. Attendance data can be displayed according to users who are connected and registered in the system. The calculations on total delay of system yield results that the delay to activate the classroom is 10.66 ± 0.87 seconds on the website and 14.55 ± 0.78 seconds on the relay. On the other hand, the delay needed to deactivate the classroom is 39.34 ± 3.69 seconds on the website and 36.26 ± 3.70 seconds on the relay.

Keywords: IoT, NodeMCU, Smart Classroom, MAC Address, Automation.

Abstrak

Prototipe *smart classroom* (kelas pintar) berbasis *Internet of Things* (IoT) ini dirancang bangun menggunakan NodeMCU *microcontroller* ESP8266. Sistem otomasi bekerja dengan melihat apakah ada pengguna yang terhubung dengan *access point* pada ruang kelas dan jadwal mata kuliah di kelas itu. Absensi dilakukan otomatis dengan mengambil MAC *address* dari *device* (gawai) pengguna ruangan. Selanjutnya sistem akan menyalakan lampu, atau kipas angin atau AC menggunakan *relay* jika ada suatu perkuliahan terjadwal di ruangan tersebut. Sistem juga menggunakan *website* berbasis data MySQL untuk memonitor kondisi ruang kelas, mengedit jadwal perkuliahan, mendaftarkan gawai pengguna ke sistem dan mengakses data absensi. Dari pengujian yang dilakukan, sistem dapat berjalan sesuai rancangan. Antara lain rangkaian *relay* dapat diatur sesuai jadwal kegiatan dan keberadaan pengguna. Data absensi dapat ditampilkan sesuai dengan pengguna yang terhubung dan terdaftar pada sistem. Dari perhitungan total *delay* sistem, untuk mengaktifkan ruang kelas didapatkan *delay* sebesar $10,66 \pm 0,87$ detik pada *website* dan $14,55 \pm 0,78$ detik pada *relay*. Adapun untuk menonaktifkan ruang kelas diperoleh *delay* sebesar $39,34 \pm 3,69$ detik pada *website* dan $36,26 \pm 3,70$ detik pada *relay*.

Kata Kunci: IoT, NodeMCU, Kelas Pintar, MAC Address, Otomasi.

1. PENDAHULUAN

Penerapan *Internet of Things* (IoT) telah merambah ke berbagai bidang, bukan hanya di bidang industri, namun juga di bidang pendidikan. Di luar negeri sejumlah kampus di Amerika Serikat telah menerapkan konsep *smart campus* menggunakan IoT dengan memasang sejumlah sensor untuk mengetahui penggunaan air, kualitas udara,

tingkat kebisingan, manajemen utilitas seperti sistem suplai energi dan lain sebagainya[1].

Meski mungkin belum secanggih di luar negeri, di Indonesia sendiri penelitian atas penerapan IoT di bidang pendidikan telah dilakukan pula oleh kalangan perguruan tinggi. Misalnya oleh Suryadi dan Saraswati dalam [2] mengenai kenyamanan ruang kelas dengan memonitor kelembaban, suhu, suara dan cahaya di dalamnya. Lalu Aisyah, Roshadi dan Setiawan di [3] membuat prototipe kelas pintar menggunakan mikrokontroler NodeMCU agar penggunaan ruang kelas efisien dengan mengontrol pemakaian AC dan lampu ruangan dari kehadiran dosen menggunakan RFID berbasis data UID e-KTP dosen. Adapun Tidar dan Kusumaningrum di [4] membuat prototipe sistem presensi menggunakan kartu RFID bagi dosen dan mahasiswa menggunakan *solenoid door lock* sebagai indikator yang mengontrol penggunaan lampu dan kipas (AC) di dalam kelas. Sedangkan Sutarti, Triyatna dan Ardiansyah membuat sistem absensi siswa menggunakan e-KTP memanfaatkan sensor RFID berbasis Arduino Uno[5]. Sementara, Muhamad dan Syarifuddin di [6] membuat prototipe *smart campus* di mana mereka menggunakan sensor pendeteksi warna (IR) untuk mengaktifkan perangkat listrik/elektronis di ruangan kelas dan sensor pendeteksi jarak (HCSR) untuk mengaktifkan lampu di kamar mandi area kampus.

Pada artikel ini telah dirancang sistem kelas pintar berdasarkan hasil penelitian pada [7], yaitu sistem pada ruang kelas yang melakukan otomasi penggunaan peralatan listrik sekaligus sebagai sistem absensi berbasis *MAC address* dari gawai pengguna, yakni dosen dan para mahasiswa. Sistem ini juga memiliki sistem administrasi yang bertugas untuk mengatur jadwal perkuliahan yang akan berlangsung pada suatu kelas pintar yang dapat diakses melalui suatu *website* yang terhubung secara nirkabel dengan mikrokontroler NodeMCU.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan dalam membangun prototipe kelas pintar, yakni pendekatan fungsional dan pendekatan struktural. Dalam pendekatan fungsional dirancang model prototipe yang dibutuhkan dan rancangan diagram blok sistem. Sedangkan pada pendekatan struktural dibuat rancangan *wiring* dari prototipe, bagan alir (*flowchart*) proses kerja di bagian mikrokontroler, bagan alir pemasukan data absensi di bagian *website*, serta dilanjutkan pembuatan sistem otomasi peralatan listrik dan pembuatan sistem absensi.

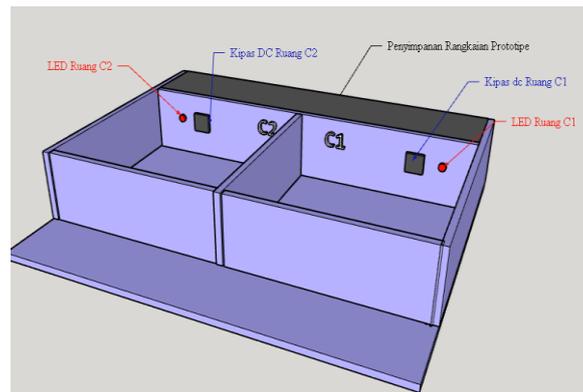
2.2 Pendekatan Fungsional

Prinsip kerja kelas pintar ini adalah menciptakan sistem nirkabel pada ruang kelas yang dapat menyediakan proses pengambilan absensi secara otomatis dan juga melakukan otomasi penggunaan peralatan listrik di dalamnya. Sistem menggunakan *website* sebagai antarmuka di mana pengguna dapat mengakses fungsi-fungsi dari sistem ini.

Sistem akan mendeteksi jika ada pengguna yang tekoneksi dengan *access point* (yakni NodeMCU) yang disediakan oleh sistem. Ketika tidak ada pengguna yang terkoneksi pada *access point* tersebut maka sistem akan mematikan listrik yang ada pada ruang kelas. Sistem ini akan mengambil data *MAC address* dari gawai pengguna untuk digunakan sebagai sistem absensi. *MAC address* digunakan karena data ini merupakan data yang unik dari setiap *gawai* sehingga dapat digunakan untuk membedakan pengguna sistem.

Untuk mengetahui jadwal perkuliahan di suatu kelas pintar, dapat dilihat pada *website* oleh semua pengguna. Jadwal ini juga diimplementasikan ke otomasi penggunaan peralatan listrik. Ketika tidak ada jadwal yang seharusnya berlangsung pada ruang kelas tersebut, sistem tidak akan menyalakan peralatan listrik meskipun ada pengguna yang terkoneksi ke *access point* kelas pintar.

Untuk mensimulasikan cara kerja sistem, digunakan suatu model ruang kelas mengikuti penamaan ruang kelas di Gedung C Kampus Institut Teknologi Indonesia seperti pada Gambar 1. Pada model ini akan ada lampu LED sebagai simulasi lampu neon yang biasanya ada pada ruang kelas dan motor DC sebagai simulasi kipas angin. LED dan motor DC ini akan dihubungkan dengan rangkaian *relay* agar bisa dikontrol oleh NodeMCU.



Gambar 1. Model Prototipe[7]

2.2.1 Diagram Blok Sistem

Dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah, prototipe sistem menggunakan dua ruang kelas. Pada setiap ruang terdiri dari 2 NodeMCU, yakni sebagai *access point* yang dibuat NodeMCU dan pengontrol *relay*. NodeMCU pada kedua ruang terhubung dengan *website* yang sama dan menggunakan basis data (*database*) yang sama.

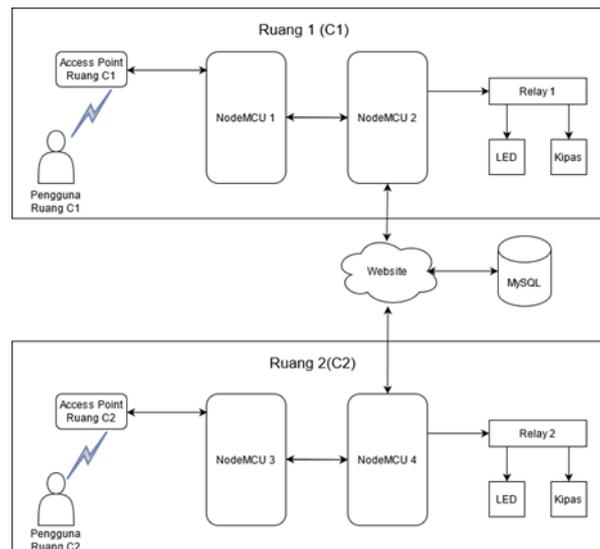
2.3 Pendekatan Struktural

Kelas pintar ini pada dasarnya terdiri dari dua bagian, yaitu bagian mikrokontroler dan bagian *website*.

2.3.1 Bagian Mikrokontroler

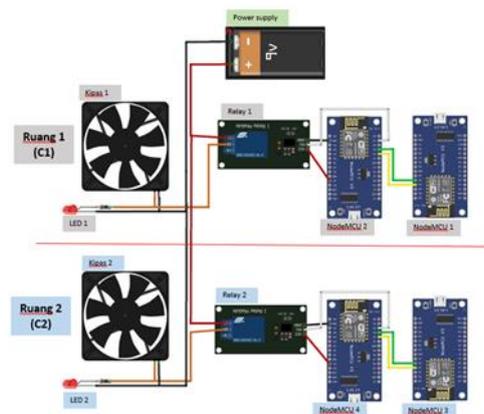
Pada bagian ini sistem terdiri dari dua mikrokontroler NodeMCU. Bagian ini memiliki fungsi berikut:

1. Memancarkan sinyal wifi yang dapat digunakan pengguna untuk menyalakan lampu / peralatan listrik yang ada di dalam kelas dan menginformasikan kehadiran (absensi).
2. Mengontrol rangkaian *relay* berdasarkan pada ada tidaknya pengguna yang terkoneksi ke wifi kelas pintar dan apakah ada jadwal kelas atau tidak.
3. Mengirim data MAC *address* pengguna ke *database* MySQL dan meminta validasi ada tidaknya jadwal kelas pada saat itu dari *database* MySQL.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem[7]

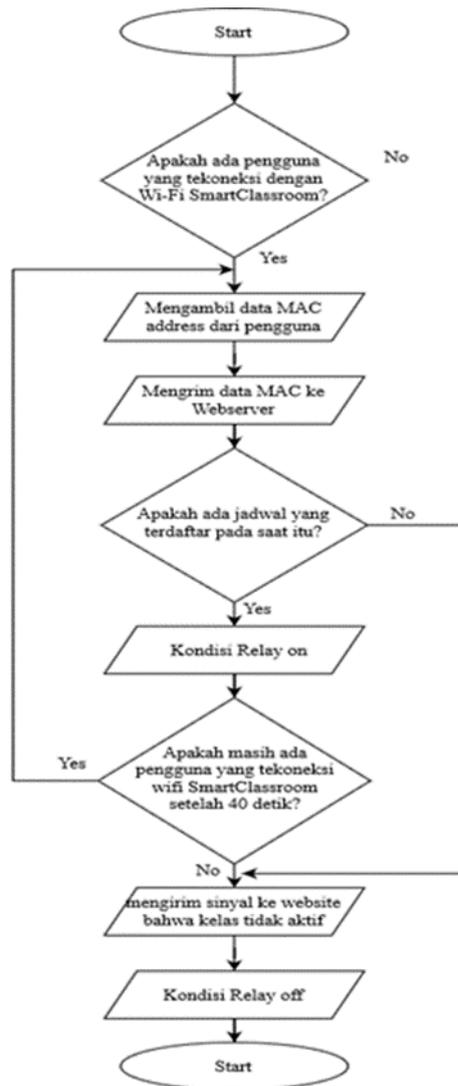
Pada pembuatan prototipe digunakan dua NodeMCU dalam satu ruang kelas dikarenakan keterbatasan kapabilitas NodeMCU. Sistem ini membutuhkan dua buah NodeMCU untuk bekerja sebagai *access point* dan mengirim atau mengambil data dari MySQL, di mana satu NodeMCU saja tidak bisa melakukan kedua hal tersebut secara bersamaan. Adapun hubungan antar keduanya digunakan hubungan serial.



Gambar 3. Wiring Prototipe[7]

Dapat dilihat pada Gambar 3 di atas, NodeMCU 2 dan 4 terhubung dengan *relay* yang mengatur *on/off* LED dan kipas DC (sebagai pengganti AC) yang ada pada setiap ruang kelas. Selain untuk mengendalikan *relay*, NodeMCU 2 dan 4 juga berfungsi untuk mengirim dan mengambil data dari *website*. NodeMCU 1 dan 3 berfungsi sebagai *access point* di setiap ruang kelas.

Sedangkan pada Gambar 4 di bawah diperlihatkan bagan alir (*flowchart*) NodeMCU pada ruang kelas. Untuk memudahkan konstruksi dan pembacaan, bagan alir mengabaikan koneksi serial. Hal ini karena koneksi serial tidak berpengaruh kepada alur kerja sistem dan hanya diimplementasikan karena adanya keterbatasan NodeMCU saja.



Gambar 4. Bagan Alir pada NodeMCU[7]

2.3.2 Bagian Website

Pada bagian ini terdiri dari halaman-halaman HTML untuk menjadi antarmuka bagi pengguna, skrip PHP untuk mengirim data dari satu sistem ke sistem yang lain, dan MySQL sebagai *database* yang menyimpan informasi.

Sistem kelas pintar ini menyediakan 5 halaman HTML dengan fungsi yang berbeda. Dua halaman yang tersedia hanya bisa diakses oleh administrasi sistem. Ketika seorang pengguna masuk ke dua halaman tersebut, akan diminta terlebih dahulu untuk memasukkan *username* dan *password* yang hanya dimiliki oleh administrasi sistem atau pengguna yang diizinkan.

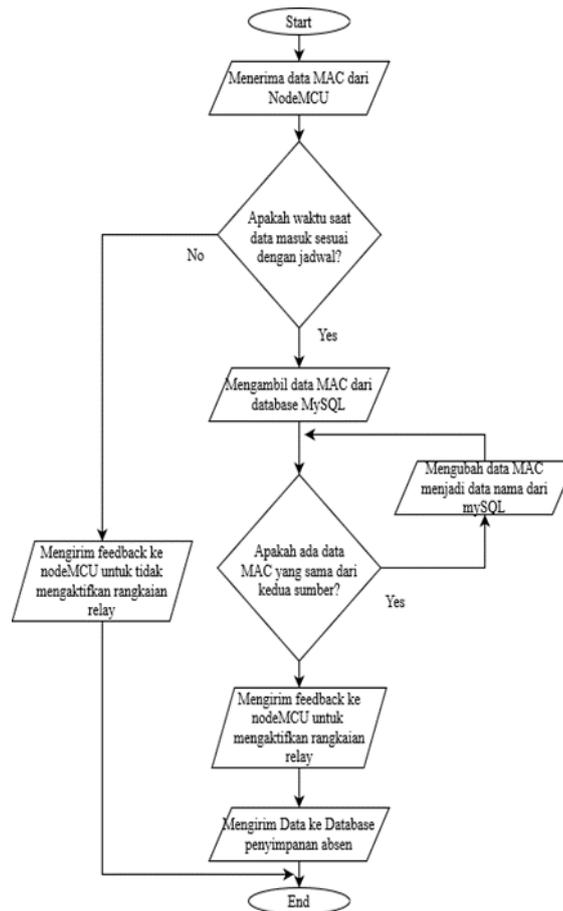
Kelima halaman HTML tersebut yaitu:

1. Halaman utama. Pada halaman ditunjukkan kondisi ruang kelas dan jadwal kegiatan pada ruang kelas. Halaman ini juga digunakan untuk mengakses halaman lainnya.
2. Halaman edit jadwal. Halaman ini hanya untuk administrasi sistem. Halaman ini digunakan untuk menambahkan atau menghapus jadwal dari sistem.

3. Halaman *log/download* data kehadiran. Halaman ini hanya untuk administrasi sistem. Pada halaman ini pengguna dapat melihat data kehadiran serta *men-download* data kehadiran tersebut jika diperlukan.
4. Halaman input data MAC *address*. Pada halaman ini pengguna dapat mendaftarkan gawai pengguna. Data yang didapat dari pendaftaran ini akan digunakan untuk sistem absensi.
5. Halaman kehadiran pengguna. Halaman ini menunjukkan data kehadiran yang sama seperti halaman ketiga, tetapi halaman ini bisa diakses semua pengguna dan data kehadiran tidak bisa di *di-download* pada halaman ini.

Untuk mengirim data dari *webpage* ke *database* ataupun sebaliknya digunakan skrip PHP. Digunakan dua skrip, yang pertama adalah *read.PHP* untuk mengirim data dari *database* ke *webpage* atau halaman HTML. Skrip ini digunakan *homepage* untuk meminta data jadwal ke *database* dan kondisi kelas. Skrip ini juga digunakan oleh halaman absensi untuk meminta data absensi pengguna dari dataset. Skrip kedua adalah *write.PHP* yang digunakan untuk memasukkan data ke *database*. Skrip ini digunakan oleh halaman yang memasukkan data pengguna dan halaman untuk mengedit jadwal. Skrip ini juga digunakan oleh NodeMCU untuk mengirim dan memproses data MAC *address* ke *database*.

Pada Gambar 5 di bawah ini ditunjukkan alur kerja *website* ketika menerima data dari NodeMCU. Ketika data diterima oleh *website*, yang pertama dilakukan adalah melihat apakah ada jadwal yang terdaftar pada saat data ini masuk. Jika data tidak sesuai jadwal, *website* akan mengirim umpan balik ke NodeMCU untuk tidak mengaktifkan rangkaian *relay*. Namun jika sesuai dengan jadwal, data akan dilanjutkan ke proses selanjutnya. Data yang diterima dari NodeMCU akan berbentuk daftar MAC *address* gawai pengguna. Sebelum dimasukkan ke *database* absensi, data absensi diproses terlebih dahulu dengan membandingkan data MAC *address* yang didapat dengan data yang ada di *database*. Jika ada data MAC *address* yang berasal dari kedua sumber, data dari NodeMCU akan diganti menjadi data nama dari MySQL. Jika data MAC *address* dari NodeMCU tidak ada yang sama dengan data dari MAC, maka data akan dikirim seadanya.

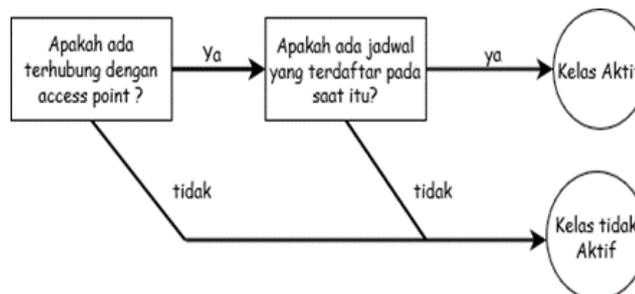


Gambar 5. Bagan Alir Pemasukan Data Absensi[7]

2.4 Pembuatan Sistem Otomasi Peralatan Listrik

Untuk melakukan otomasi peralatan listrik pada ruang kelas yaitu lampu dan AC, dibuat sistem yang mengendalikan *relay* berdasarkan dua faktor. Faktor yang pertama adalah adakah pengguna yang terhubung dengan *access point* yang disediakan sistem. Ketika pengguna terhubung dengan *access point*, data MAC *address* pengguna dikirim ke *website* dari NodeMCU. Pengiriman data ini juga berfungsi sebagai permintaan izin untuk mengaktifkan kelas.

Ketika data telah diterima oleh *website* dengan sukses, faktor kedua dipertimbangkan yaitu apakah ada jadwal yang harusnya berjalan pada saat itu. Jika ya, *website* akan mengirim sinyal untuk mengaktifkan ruang kelas ke NodeMCU. Jika tidak, sinyal yang dikirim adalah untuk tidak mengaktifkan ruang kelas. NodeMCU akan mengendalikan *relay* berdasarkan sinyal tersebut. Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah.

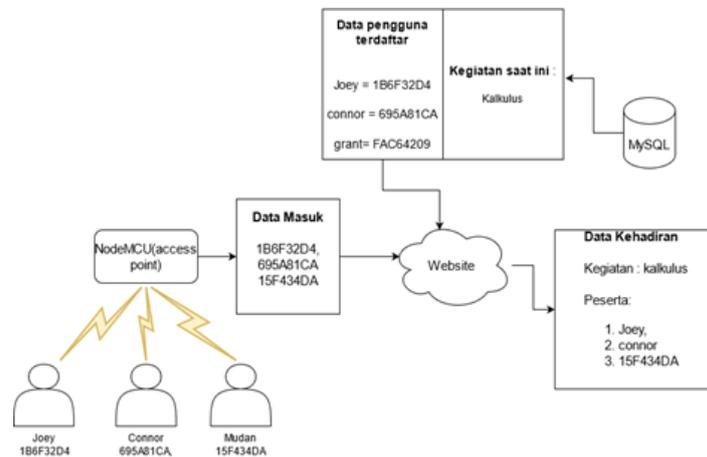


Gambar 6. Alur Kerja Otomasi Peralatan Listrik[7]

2.5 Pembuatan Sistem Absensi

Sistem absensi kelas pintar bekerja menggunakan data *MAC address* dari gawai pengguna. Ketika ada data *MAC address* yang masuk, jika ada jadwal yang sesuai data *MAC* tersebut akan disimpan sebagai daftar pengguna yang hadir pada jadwal tersebut. Tetapi jika hanya *MAC address* saja yang tercantum pada daftar hadir, daftar tersebut akan sulit digunakan karena kesulitan untuk mengkorelasikan data *MAC* yang tercantum dengan nama asli pengguna. Oleh karena itu pengguna dihimbau untuk mendaftarkan pada *website* nama pengguna dan *MAC address* dari gawai yang akan digunakan. Ketika pengguna sudah terdaftar, data pengguna yang muncul pada data kehadiran adalah data nama pengguna.

Pada Gambar 7 di bawah dapat dilihat contoh simulasi ketika data terkirim dari NodeMCU. Dari NodeMCU dikirim 3 data *MAC address* yang berbeda dan pada *database* terdapat 3 data *MAC address* yang memiliki asosiasi data nama. Sistem akan membandingkan data yang dikirim dengan data yang sudah ada dan didapat 2 data yang dikirim didapati memiliki komparasi yang sama. Data yang dikirim tersebut diubah menjadi data nama dan kemudian dikirim ke *database* untuk disimpan sebagai data absensi. Untuk data ketiga, karena tidak ada data yang sama maka dimasukkan data awal.



Gambar 7. Simulasi Pengolahan Data *MAC Address*[7]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memastikan apakah sistem dapat bekerja sesuai rancangan awal perlu dilakukan pengujian keseluruhan. Pengujian keseluruhan ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengujian kesesuaian *output* dan pengujian *delay* sistem. Pada pengujian kesesuaian data diamati kondisi lampu LED dan kipas DC sesuai dengan jadwal dan ada tidaknya pengguna sistem. Diamati juga apakah sistem absensi dapat mengenali pengguna yang sudah terdaftar oleh sistem. Pengujian *delay* sistem mengamati seberapa lama *delay* sistem dalam mengaktifkan dan menonaktifkan ruang kelas. *Delay* ini nantinya dapat menjadi pertimbangan apakah sistem ini akan mengganggu kegiatan pada ruang kelas ataukah tidak.

Untuk melakukan pengujian melihat kesesuaian *output*, akan dicoba untuk dua gawai. Untuk gawai pertama data *MAC address* dan nama pengguna sudah terdaftar pada *website* dan untuk gawai kedua tidak terdaftar pada *website*. Pada Tabel 1 di bawah ditunjukkan informasi dari kedua gawai yang digunakan. Untuk ruang pertama atau C1 akan terdaftar jadwal dan ruang kedua atau C2 tidak terdaftar.

Tabel 1. *MAC Address* Gawai dan Data Nama yang Terdaftar[7]

Pengguna	MAC address	Data nama pada database
Pengguna 1	4C66410E131	Gyga
Pengguna 2	7CA311446E2	Tidak terdaftar

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan kedua gawai ke wifi yang disediakan pada setiap ruang secara bergantian. Ketika kedua gawai terkoneksi dengan wifi akan dilihat apakah ada perubahan pada *website* dan juga dilihat apakah *relay* diaktifkan atau tidak. Sistem berjalan sesuai ketika *relay* teraktifkan saat pengguna terhubung ketika ada jadwal dan pada daftar kehadiran *website* pengguna 1 akan muncul dengan nama asli dan pengguna 2 tercantum data MAC *address*-nya saja.



Gambar 8. Kondisi Ketika Gawai Terhubung[7]

Daftar hadir kegiatan	
Kembali ke Homepage	
Ruang C1	
Tanggal :	2022-07-31
jam :	16:13:29
Kegiatan :	Pengujian Keseluruhan
Kehadiran:	Gyga
	7C2A31446E2
Ruang C2	
Tanggal :	no activity
jam :	no activity
Kegiatan :	no activity
Kehadiran:	no activity

Gambar 9. Kondisi Tabel Kehadiran Ketika Gawai Terhubung dengan wifi C1[7]

Gambar 8 dan 9 di atas menunjukkan kondisi *relay* dan tabel kehadiran pada *website* di mana kedua gawai terhubung dengan wifi C1. Dapat dilihat pada prototipe yang dibuat, bahwa lampu LED dan kipas DC berjalan pada ruang C1. Dari data kehadiran pada *website* didapat data “Gyga” dan “7CA311446E2”. Kedua *output* ini telah sesuai dengan perancangan sistem.

Adapun Gambar 10 dan 11 di bawah menunjukkan kondisi *relay* dan tabel kehadiran pada *website* di mana kedua gawai terhubung dengan wifi C2. Dapat dilihat bahwa LED dan kipas DC tidak berjalan dan data kehadiran pada *website* tidak berisi. Kondisi ini sesuai dengan rancangan sistem dikarenakan tidak adanya jadwal yang terdaftar.



Gambar 10. Kondisi Ketika Gawai Terhubung dengan wifi C2[7]

Daftar hadir kegiatan			
Kembali ke Homepage			
Ruang C1		Ruang C2	
Tanggal :	no activity	Tanggal :	no activity
jam :	no activity	jam :	no activity
Kegiatan :	no activity	Kegiatan :	no activity
Kehadiran:	no activity	Kehadiran:	no activity

Gambar 11. Kondisi Tabel Kehadiran Ketika Gawai Terhubung dengan wifi C2[7]

Selanjutnya untuk pengujian *delay* sistem dilakukan dengan menganalisa *delay* sejak pengguna terhubung ke wifi sampai *output* didapat. Terdapat dua *output*, yaitu pada rangkaian *relay* dan pada *website*. Pengujian dimulai dengan menghubungkan gawai ke wifi ruang kelas yang terdapat jadwal, lalu digunakan *stopwatch* untuk melihat waktu *relay* menyala dan munculnya data kehadiran pada *website*.

Pada pengujian dilihat juga waktu *delay* untuk menonaktifkan ruang kelas. Ketika jadwal pada *website* sudah pada jam berakhir atau tidak dideteksi ada pengguna yang terkoneksi, sistem akan menonaktifkan *relay* dan menandakan bahwa kelas kosong pada *website* serta mengosongkan data kehadiran. Dengan program yang dibuat, NodeMCU akan menonaktifkan sistem jika selama 40 detik tidak terdeteksi adanya pengguna.

Untuk hasil pengujian *delay* ketika sistem mengaktifkan dan menonaktifkan *website* dan *relay*, dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini. Dengan adanya *delay* tersebut, berarti pada saat awal pengguna terhubung dengan wifi sistem, pengguna harus menunggu terlebih dahulu dan ketika jadwal pada sistem berakhir atau sudah tidak ada pengguna pada ruang kelas, sistem akan langsung menonaktifkan ruang kelas.

Tabel 2. Hasil *Delay* pada Kerja Sistem[7]

Percobaan	Delay mengaktifkan		Delay menonaktifkan	
	Website (sec)	Relay (sec)	Website (sec)	Relay (sec)
1	11,71	14,54	41,4	38,29
2	10,62	14,85	33,87	30,56
3	12,34	16,31	43,74	40,50
4	9,81	13,22	45,56	42,37
5	10,07	14,60	38,32	35,60
6	10,88	14,71	34,79	32,04

7	11,18	14,86	35,18	31,45
8	10,41	14,53	40,58	37,63
9	10,38	14,32	39,23	36,54
10	9,21	13,54	40,71	37,64

Berdasarkan Tabel 2 selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata dan deviasi standar untuk masing-masing data *delay* mengaktifkan pada *website* dan *relay*, serta data menonaktifkan *website* dan *relay* menggunakan Persamaan 1 untuk perhitungan deviasi standar,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - x')^2}{n}} \quad (1)$$

Keterangan:

σ = deviasi standar

x_i = nilai x ke- i

x' = nilai rata-rata data dari 10 percobaan

n = jumlah data = 10

Setelah dilakukan perhitungan, didapat waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengaktifkan ruang kelas adalah $10,66 \pm 0,87$ detik pada *website* dan $14,55 \pm 0,78$ detik pada *relay*. Hal ini berarti pengguna perlu menunggu sekitar 11 detik agar *website* mengetahui adanya pengguna sistem dan sekitar 15 detik agar lampu dan AC menyala. *Delay* seperti itu dapat dipastikan tidak terlalu berpengaruh terhadap akan berjalannya aktivitas perkuliahan di suatu ruangan.

Untuk menonaktifkan penggunaan lampu, AC dan absensi di ruang kelas, waktu yang dibutuhkan sistem adalah $39,34 \pm 3,69$ detik pada *website* dan $36,26 \pm 3,70$ detik pada *relay*. Dilihat dari hasil tersebut, *delay* yang didapat sudah sesuai dengan rancangan program. Dari sisi penggunaan sistem, *delay* tersebut tidak akan mempengaruhi kegiatan yang berjalan di ruang tersebut. Hal ini dikarenakan sistem hanya akan menonaktifkan ruang kelas setelah jadwal berakhir di mana kegiatan memang sudah seharusnya berhenti.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian prototipe, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem dapat berjalan sesuai rancangan di mana sistem dapat mengatur rangkaian *relay* sesuai dengan jadwal perkuliahan dan kehadiran pengguna. Sistem juga dapat menampilkan data absensi sesuai dengan pengguna yang terhubung dan terdaftar pada sistem. Total *delay* untuk mengaktifkan ruang kelas adalah $10,66 \pm 0,87$ detik pada *website* dan $14,55 \pm 0,78$ detik pada *relay*. Sedangkan *delay* untuk menonaktifkan ruang kelas adalah $39,34 \pm 3,69$ detik pada *website* dan $36,26 \pm 3,70$ detik pada *relay*.

REFERENCES

- Manning, K. (2020). 8 Smart Campus Technology Examples. <https://www.processmaker.com/blog/8-examples-of-smart-campus-technology/#>, diakses pada 1/1/2023
- Suryadi, U. T., & Saraswati, S. (2020). SISTEM CERDAS PEMANTAU KENYAMANAN RUANG KELAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN METODE K-MEANS PADA PLATFORM THINGSPEAK. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 13(1), 70-81. <https://doi.org/10.47561/a.v13i1.170>
- Aisyah, T., Roshadi, Y. R., & Setiawan, A. (2021). Prototipe Kelas Pintar (*Smart Class*) dengan Memanfaatkan Teknologi IoT. *Prosiding - Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 83–92.

<https://senter.ee.uinsgd.ac.id/repositori/index.php/prosiding/article/view/senter2020p10>, diakses pada 30/12/2022

- Tidar, M., & Kusumaningrum, N. (2022). PROTOTYPE SISTEM PRESENSI KELAS DI UNIVERSITAS DIRGANTARA MARSEKAL SURYADARMA BERBASIS IoT. *Jurnal Teknik Industri*, 11(2), 126-135. <https://doi.org/10.35968/jtin.v11i2.980>
- Sutarti, S., Triyatna, T., Ardiansyah, S. (2022). PROTOTYPE SISTEM ABSENSI SISWA/I DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR RFID BERBASIS ARDUINO UNO. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 9(1), 76-85. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i1.4744>
- Muhamad, R. I., Syarifuddin, S. (2019). Rancang Bangun Prototype *Smart Campus* Berbasis *Automated System* Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Listrik di STMIK Antar Bangsa. *JTI: Jurnal Teknik Informatika*, 5(1), 88-93. <https://ejournal.antarbangsa.ac.id/jti/article/view/367>
- Hutauruk, G.P.P. (2022). *Smart Classroom – Prototipe Otomasi Absensi dan Penggunaan Ruang Kelas dengan Sistem IoT*. *Tugas Akhir*. Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan.