

Implementasi *Smart Class* Berbasis *IoT* di Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang

Budi Santoso¹, Nira Rusanti², Azwar Riza Habibi³, Vivi Aida Fitria⁴

^{1,2,3,4} Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang

¹budi1173@gmail.com, ²nira.rusanti@gmail.com, ³riza.bj@gmail.com, ⁴viviaidafitria@gmail.com

ABSTRAK. *Smart Class* adalah sebuah sistem aplikasi *IoT* yang dapat memonitoring dan mengontrol ruang kelas secara otomatis dan terkomputasi. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah masalah yang sering dijumpai pada lingkungan sekitar, yaitu sistem kendali guna mengatur *on-off* lampu dan AC serta *auto lock* pintu ruangan berbasis *IoT*. Dengan adanya sistem kendali ini dapat mengontrol penggunaan daya listrik dan meningkatkan sistem keamanan kampus. Berdasarkan permasalahan tersebut dibangun sistem monitoring ruangan menggunakan beberapa sensor yang diterapkan pada Raspberry Pi dan ditampilkan kedalam media berbasis web yang bertujuan untuk memudahkan *user* dalam memantau secara *real-time*, mengendalikan komponen yang terdapat pada kelas agar penggunaan daya listrik lebih efisien dan meningkatkan sistem keamanan kampus. Hasil dari pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem informasi *Asia Smart Building* (ASB) berhasil pada semua proses dalam menambah, merubah data maupun dalam menghapus data serta memonitoring. Dengan adanya *Asia Smart Building* mempermudah dalam memonitoring suhu, kelembaban, energy yang terpakai secara *real-time*, dapat mematikan maupun menyalakan perangkat elektronik didalam kelas tanpa menggunakan saklar, dan dapat memonitor ruang kelas melalui aplikasi telegram dengan efektif.

Kata Kunci: *smart-class, IoT, sistem, web*

ABSTRACT *Smart Class* is an *IoT* application system that can monitor and control classrooms automatically and computationally. The problem raised in this study is a problem that is often found in the surrounding environment, namely the control system to regulate *on-off* lights and air conditioners and *IoT*-based room door *auto lock*. With this control system can control the use of electric power and improve the campus security system. Based on these problems the room monitoring system was built using several sensors applied to the Raspberry Pi and displayed into a web-based media that aims to facilitate users in *real-time* monitoring, controlling components contained in the classroom so that the use of electric power is more efficient and improving campus security systems. The results of the system test show that the *Asia Smart Building* (ASB) information system is successful in all processes of adding, changing data and deleting data and monitoring. With the *Asia Smart Building* makes it easy to monitor temperature, humidity, energy used in *real time*, can turn off or turn on electronic devices in the classroom without using a switch, and can monitor classrooms through telegram applications effectively.

Keywords: *smart-class, IoT, system, web*

PENDAHULUAN

Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang adalah salah satu kampus di Kota Malang yang mempunyai 2 fakultas dan 6 program studi. Seiring dengan perolehan mahasiswa yang tiap tahun bertambah, maka Asia dituntut juga untuk menambah fasilitas yang dapat memenuhi kebutuhan seluruh mahasiswa Asia. Misalkan penambahan ruang kelas, laboratorium, computer, AC dan lain-lain. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mengendalikan fasilitas-fasilitas tersebut berbasis Internet of Things (*IoT*) sehingga dapat mengontrol penggunaan daya listrik dan meningkatkan sistem keamanan kampus [1]. *IoT* adalah sebuah konsep yang menggunakan internet sebagai jaringan infrastruktur utama yang mengkoneksikan objek – objek tertentu [2]. Aplikasi dari *IoT* dapat diklasifikasikan menjadi berbagai macam kegunaan, yaitu: (1) *Smart Home* / *Smart Building* / *Smart Class* berguna untuk menjamin keamanan bagi pemiliknya, (2) *Healthcare* berguna untuk mengidentifikasi staff atau pasien, (3) *Smart Business* berguna untuk melacak aset dan inventori, (4) *Utilities* berguna untuk menghemat biaya dan waktu, (5) *Mobile* berguna untuk memberitahu posisi, rute dan lain-lain (6) *Environmental Monitoring* berguna untuk Memonitor angin, curah hujan, dan lain - lain [3]. Maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah *Asia Smart Building*, yaitu dengan memberikan sistem kendali guna mengatur *on-off* lampu dan AC serta *auto lock* pintu ruangan berbasis *IoT*.

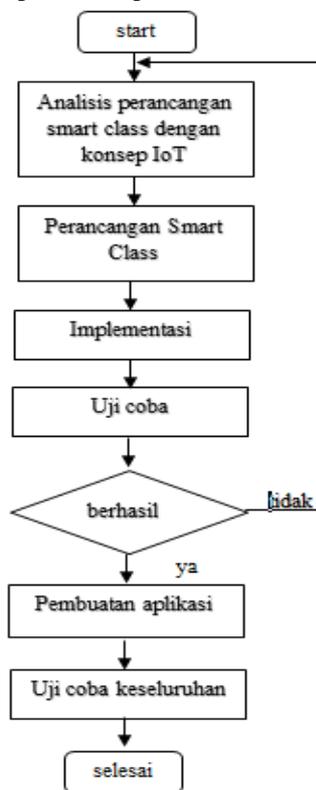
Implementasi *Asia Smart Building* berbasis *IoT* sudah pernah dibuat oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Salah satunya yaitu Sulenggono [4]. Hasil dari penelitian tersebut menyebutkan bahwa penggunaan *Smart Class* dikategorikan dengan keterangan baik, karena menunjukkan perbedaan yang signifikan antara penggunaan daya listrik sebelum menerapkan alat yaitu sebesar 2.160 kWh dengan biaya total Rp. 3.090.00 perbulan dan setelah menggunakan alat yaitu sebesar 589,68 kWh dengan biaya total Rp. 865.200 perbulan. Begitu pula penelitian yang dilakukan oleh Herdianto [5]. menunjukkan bahwa system smarthome yang

dirancang pada penelitian tersebut dapat melakukan pengontrolan dan monitoring peralatan listrik dengan baik. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk menerapkannya di ruang kelas Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang.

Adapun fitur pada sistem Asia Smart Building yang diimplementasikan di Asia adalah dapat memonitoring suhu dan kelembaban, dapat mengendalikan lampu maupun perangkat elektronik lainnya secara otomatis tanpa perlu menggunakan saklar. Selain itu sistem ini juga dibekali fitur Smart Energy, yaitu kemampuan untuk memonitoring tegangan listrik dan beban arus dalam pemakaian listrik. Perangkat yang digunakan pada sistem ini adalah Raspberry PI dan beberapa sensor didalamnya [6]. Dalam sistem tersebut penulis membuat aplikasi berbasis web untuk memudahkan kampus dalam memonitoring maupun mengendalikan peralatan pada kelas tersebut dan dapat diakses menggunakan smartphone maupun PC atau laptop secara real-time [7].

METODE PENELITIAN

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian sama dengan metode penelitian yang dilakukan oleh [13], yaitu penelitian eksperimental yang diawali dengan analisis perancangan, perancangan, implementasi sampai uji coba. Langkah-langkahnya dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

1. Analisis perancangan Asia *Smart Building* dengan konsep IoT
Menganalisis perancangan *smart class* disesuaikan dengan kondisi ruangan yang ada di Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang
2. Perancangan Asia *Smart Building*
Merancang perangkat *Smart Class* dengan menggunakan Raspberry PI dan beberapa sensor diantaranya sensor suhu, gerak dan kelembapan
3. Implementasi
Membuat sistem perangkat dari hasil analisa dan perancangan yang telah dilakukan untuk diimplementasikan kepada permasalahan pada penelitian ini
4. Uji Coba
Menguji perangkat-perangkat pada Asia *Smart Building* dan mengevaluasi apakah sistem dan perangkat-perangkat tersebut dapat menjadi solusi untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini
5. Pembuatan aplikasi

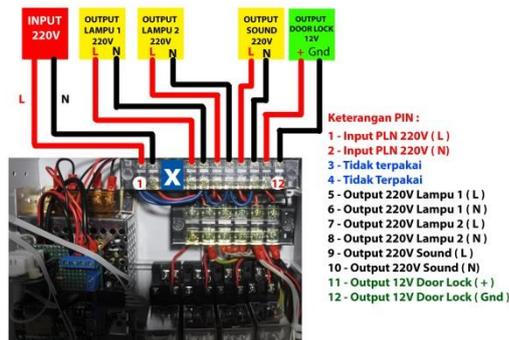
- Pada kegiatan ini dibuat sebuah aplikasi sebagai pengolah data yang menampung hasil pembacaan sensor
6. Uji coba keseluruhan
 Uji coba keseluruhan yaitu pengujian pada alat sensor dan pengujian pada bagian tranmisi data. Dari hasil pengujian ini dapat diambil kesimpulan apakah Asia *Smart Building* dengan konsep *IoT* ini sudah layak digunakan ataukah belum. Jika belum, maka akan dilakuka perbaikan sampai mencapai akurasi yang diinginkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan pembangunan gedung-gedung bertingkat, apartemen maupun perumahan di Indonesia saat ini semakin meningkat. Hal tersebut sebanding dengan meningkatnya kebutuhan peralatan rumah tangga seperti lampu, kompor gas, kipas angin, televisi maupun peralatan lainnya. Cara penggunaan peralatan-peralatan tersebut dapat dikatakan masih menggunakan cara manual. Contoh yang pertama adalah ketika menyalakan sebuah lampu, pengguna harus menekan tombol ON pada saklar yang terpasang pada dinding atau panel. Kedua, ketika ingin mengecek kebocoran gas pada tabung gas pengguna harus mencium bau pada tabung gas apakah terdapat bau menyengat pada tabung tersebut.

Perancangan Sistem

Sistem monitoring gedung menggunakan Asia *Smart Building* (ASB) bertujuan untuk mengendalikan peralatan elektronik dari smartphone secara realtime, mencegah adanya pencurian, kebakaran dan beban listrik yang berlebih. Cara kerja sistem pada *ASB*, yaitu membaca sensor-sensor yang terpasang pada Raspberry PI, seperti sensor DHT22 untuk mengetahui suhu dan kelembaban pada ruangan, sensor PIR untuk mendeteksi adanya gerakan manusia pada sebuah ruangan, modul PZEM-004T untuk membaca beban listrik, dan bot menggunakan Telegram untuk mengirim peringatan terjadi bila keadaan kelas masih terpakai atau tidak dan suhu terlalu tinggi pada ruangan [13].



Gambar 2. Rangkaian ASB

Pada rangkaian keseluruhan sistem *ASB* terdiri dari beberapa komponen, Raspberry PI sebagai pengolah data yang menampung hasil pembacaan sensor, sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban, sensor PIR digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia, modul PZEM-004T digunakan untuk membaca nilai voltase dan beban listrik, modul Relay untuk mematikan atau menyalakan sebuah perangkat elektronik, Magnetic Lock Door digunakan untuk menutup pintu otomatis, sesnsor Ultrasonic HC-SR04 digunakan untuk membaca ada tidaknya orang di dalam kelas. Agar keseluruhan komponen itu terintegrasi dengan baik maka akan di rangkai seperti gambar 2.

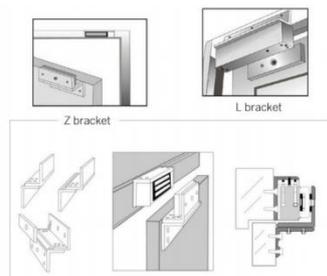
Gambar 3. dapat menerangkan bahwa hak akses administrator dapat mengakses semua menu-menu yang ada pada sistem informasi tersebut. User memiliki hak akses yang terbatas pada sistem informasi tersebut yaitu hanya dapat mengakses data setting device dan data histori sensor.



Gambar 3. Usecase Diagram sistem

Perancangan rangkaian sensor dan modul menggunakan aplikasi *Frizing*, dan untuk membuat sebuah aplikasi *Smart Class* berbasis web yang berfungsi sebagai tampilan interaktif kepada pengguna menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan database menggunakan MySQL.

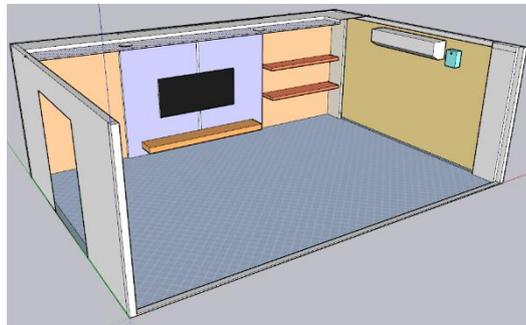
1. Komunikasi Sensor DHT22 dengan Raspberry PI
komunikasi sensor DHT22 dimulai dengan inialisasi pin dari sensor DHT22 ke dalam Raspberry PI, kemudian memasukkan batas maksimal nilai suhu untuk kebutuhan sistem keamanan. Setelah itu proses pembacaan data dari sensor DHT22 oleh Raspberry PI, nilai yang telah terbaca dibandingkan dengan nilai batas suhu yang telah ditentukan diawal, jika nilai dari sensor lebih besar dari maksimal suhu yang telah ditentukan maka akan memberi peringatan alarm berupa pesan melalui Telegram kepada pemilik bahwasanya suhu dalam ruangan telah melebihi batas dan akan menyalakan Kipas Angin secara otomatis untuk menormalkan suhu didalam ruangan
2. Komunikasi Sensor Ultrasonic HC-SR04 dengan Raspberry PI
Sensor Ultrasonic HC-SR04 dengan Raspberry PI diawali dengan inialisasi pin Sensor Ultrasonic HC-SR04 ke untuk dikoneksikan dengan pin Raspberry Pi. Kemudian data akan dibaca oleh Raspberry PI, jika data memberikan nilai jarak pergerakan mahasiswa didalam ruangan maka lampu kelas akan menyala tetapi bila Sensor Ultrasonic HC-SR04 tidak menemukan gerakan didalam kelas maka lampu akan *off*.
3. Komunikasi Sensor PIR dengan Raspberry
Sensor PIR merupakan sensor untuk mendeteksi gerakan manusia. Pembacaan sensor PIR diawali dengan inialisasi pin dari sensor PIR ke dalam Raspberry PI. Kemudian setelah dikenali oleh Raspberry PI maka data dari sensor akan dibaca kemudian jika data dari sensor mendeteksi adanya gerakan manusia maka akan mengirimkan pesan berupa pesan Telegram peringatan indikasi adanya kemungkinan tindak pencurian kepada pemilik gedung secara langsung
4. Komunikasi Sensor PZEM-004T dengan Raspberry PI
Sebelum sensor PZEM-004T dapat dibaca oleh Raspberry PI, terlebih dahulu dilakuka inialisasi pin agar dapat dikenali dan kemudian data dapat dibaca oleh Raspberry Pi. Kemudian Raspberry PI akan membaca nilai voltase dan nilai beban pada listrik di dalam ruangan tersebut. Jika dari sensor PZEM-004T memberikan data jika nilai voltase = 0 dapat diartikan tidak adanya voltase listrik yang masuk ke dalam modul dapat disimpulkan bahwa listrik didalam ruangan tersebut keadaan terputus dari sumber listrik maka akan memberikan peringatan otomatis ke pemilik gedung. Jika dari pembacaan listrik bernilai 220 Volt maka dapat disimpulkan bahwa listrik dari PLN kembali normal
5. Komunikasi Modul Relay Omron MY2 12V DC dengan Raspberry PI
Modul relay digunakan untuk mematikan maupun menyalakan sebuah perangkat elektronik, sebelum modul relay ini bisa dikendalikan oleh Raspberry PI pertama perlu dilakukan inialisasi terlebih dahulu, kemudian di masukkan perintah mematikan maupun menyalakan lampu, jika status yang diberikan adalah ON maka akan menyalakan lampu, jika tidak maka akan mematikan lampu
6. Peringatan Pesan Melalui Telegram
Peringatan pesan melalui telegram dilakukan untuk memberikan informasi kepada pemilik gedung jika terjadi adanya suhu ruangan yang tinggi, terdeteksi asap maupun kebocoran gas, pendeteksi gerakan manusia untuk mendeteksi kecurigaan tindak kejahatan dan mendeteksi jika aliran listrik pada PLN putus maupun kembali normal. Dari peringatan tersebut pemilik gedung bisa lebih cepat dalam penanganan kemungkinan terjadinya kebakaran maupun tindak pencurian.
7. Komunikasi *Lock Door LZ Bracket* dengan Raspberry PI
Look door LZ Bracket digunakan untuk membuka dan menutup pintu secara elektronik. Look door ini akan bekerja apabila sensor gerak tidak menemukan gerakan didalam kelas. Apabila hal itu terjadi maka look door akan secara otomatis menutup pintu dan mengunci.



Gambar 4. *Magnetic Lock Door*

8. Konsep Ruang

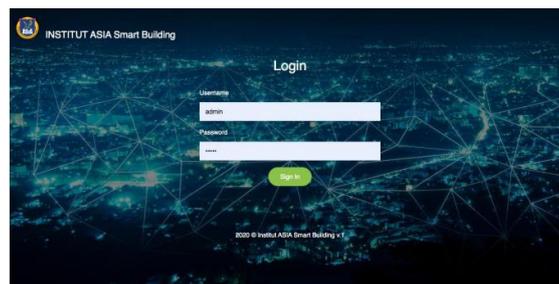
Konsep ruangan yang diimplementasikan dalam penelitian ini adalah ruangan dengan ukuran 5x10 m², memiliki 1 buah AC, 2 buah lampu



Gambar 5. Konsep Ruang *Smart Class*

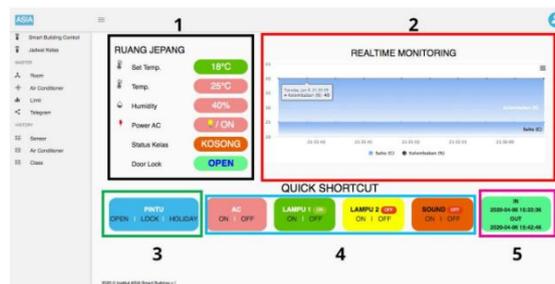
Implementasi

Setelah muncul halaman login kemudian masukkan *username* standart yaitu admin dan password admin. Kemudian jika berhasil akan muncul ke halaman utama. Pada halaman utama menampilkan data yang dihasilkan dari pembacaan sensor secara real-time. Data yang ditampilkan adalah suhu, kelembaban, voltase listrik, beban listrik, power, pemakaian Kwh dan status deteksi gerakan seseorang.



Gambar 6. Halaman *login*

Halaman login berfungsi untuk masuk kedalam sistem Asia Smart Campus, dengan username dan password standart.



Gambar 7. Halaman *Dashboard* (control utama)

Pada halaman dashboard terdapat beberapa fungsi sebagai berikut:

1. Menampilkan data di ruang kelas
 - Menampilkan data Set suhu AC
 - Menampilkan Suhu secara real-time
 - Menampilkan Kelembaban secara real-time
 - Menampilkan status AC ON / OFF
 - Menampilkan Status Kelas (Kosong, ADA, holiday)

2. Menampilkan grafik suhu dan kelembaban secara real-time
3. Control Magnetic Lock Door, *open, Lock* dan *Holiday*
4. Quick Shortcut Control Peralatan Elektronik
 - Perintah Lampu 1 (Relay 1) ON dan OFF
 - Perintah Lampu 2 (Relay 2) ON dan OFF
 - Perintah Lampu 3 / Sound (Relay 3) ON dan OFF
5. Menampilkan jadwal masuk dan terakhir kelas digunakan
Halaman selanjutnya adalah jadwal kelas yang digunakan untuk menutup pintu secara otomatis



Gambar 8. Halaman jadwal kelas

Pada halaman dashboard jadwal kelas menampilkan status kelas sedang kosong atau sedang terpakai. Jika sedang tidak terpakai atau kosong maka jadwal akan menampilkan warna merah, jika kelas sedang terpakai akan menjadi warna hijau. Halaman selanjutnya adalah Master room menampilkan pengaturan penamaan ruangan dan penamaan penggunaan relay.



Gambar 9. Master room

Selanjutnya adalah halaman control AC yang berfungsi untuk control AC tanpa menggunakan remote sehingga tidak apabila ruangan tidak digunakan AC otomatis *off*.

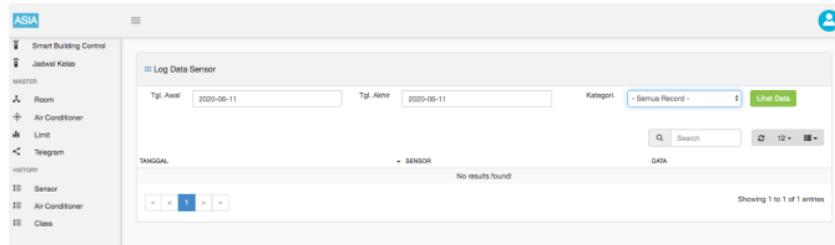


Gambar 10. Master Air Conditioner

Pada *form schedule* terdapat kalibrasi fungsinya adalah menambahkan dan mengurangi hasil pembacaan dari sensor suhu dan kelembaban yang kemungkinan tidak akurat karena sensor suhu dan kelembaban berada di dalam box *Asia Smart Building*. Perbandingan pembacaan suhu dan kelembaban menggunakan alat thermo meter digital atau yang lainnya. Jika suhu dan kelembaban pada sensor didalam box lebih tinggi daripada sensor alat dari thermo meter digital maka nilai kalibrasi pada form kalibrasi suhu diisikan tanda *-(minus)* untuk mengurangi hasil pembacaan sensor dari box. Jika suhu pembacaan kurang dari hasil pembacaan dari alat *thermo* meter digital maka selisih antara alat thermo meter dengan sensor suhu pada box di inputkan pada form kalibrasi suhu, begitu pula fungsi pada kalibrasi kelembaban.

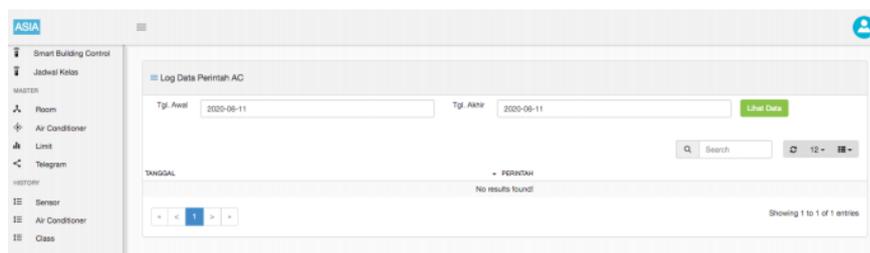
Halaman selanjutnya adalah halaman history data berfungsi untuk mengetahui riwayat data hasil pembacaan dari sensor yang tersimpan dalam database. Beberapa bagian dari fungsi smart campus sebagai berikut:

1. Halaman history sensor
Halaman history sensor berfungsi untuk menampilkan riwayat data pembacaan sensor suhu dan kelembaban, tombol, relay yang tersimpan didatabase



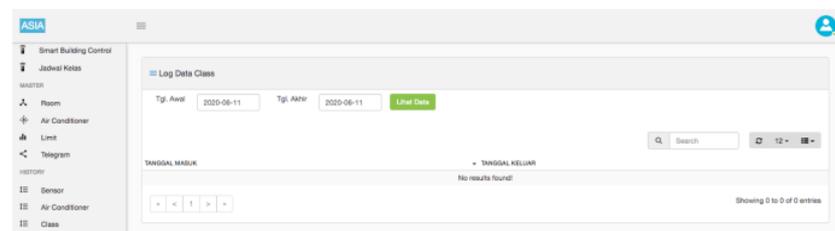
Gambar 11. History sensor

2. Halaman history Air Conditioner
Halaman history Air Conditioner berfungsi untuk menampilkan riwayat data perintah yang telah dikirim pada AC.



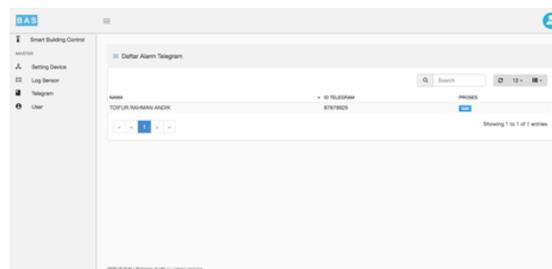
Gambar 12. History Air Conditioner

3. Halaman history Class
Halaman history Class berfungsi untuk menampilkan riwayat jadwal kelas pada saat sedang dipakai dan kelas telah selesai dipakai.



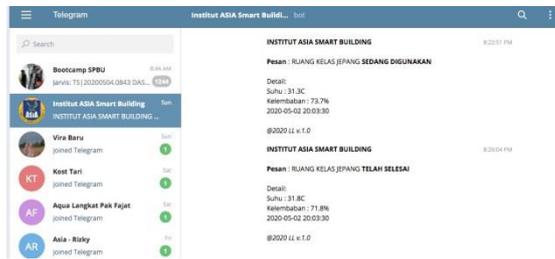
Gambar 13. History Class

Telegram berfungsi sebagai media untuk memberikan informasi pemberitahuan mengenai *Asia Smart Building*. Pemberitahuan tersebut dikirim jika masing - masing sensor mencapai titik batas maksimum yang sudah ditentukan oleh pemilik gedung. Dalam penelitian ini penulis memberikan delapan parameter pada sistem pemberitahuan.



Gambar 14. Tampilan menu telegram

Halaman menu telegram yang berisi daftar id telegram yang terdaftar untuk mendapatkan pesan notifikasi alarm. Admin dapat menambah, mengedit, dan menghapus data telegram yang telah terdaftar.



Gambar 15. Pengiriman Peringatan Telegram



Gambar 16 Peringatan Suhu dan kelembaban

Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan dengan menggunakan black box testing serta pengujian langsung terhadap pengguna aplikasi yang pengujiaannya didasarkan pada detail aplikasi seperti tampilan aplikasi. Fungsi-fungsi yang ada pada aplikasi dan kesesuaian alur kerja dengan hasil yang diharapkan. Pengujian ini tidak melihat dan menguji source code program.

Tabel 1. Pengujian Sistem

| No | Skenario Pengujian | Hasil Pengujian | Status |
|----|--|--|--------|
| 1 | Mengisi username dan password klik tombol Sign In | Dapat masuk ke halaman antarmuka administrator | Valid |
| 2 | Admin dan user mengubah data setting device | Sistem berhasil merubah data dan kembali ke halaman setting device | Valid |
| 3 | Admin menambah data id telegram ketika klik “Tambah” kemudian klik “Simpan data” | Sistem berhasil menambahkan data muncul di halaman telegram | Valid |
| 4 | Admin mengisi tanggal pencarian kemudian klik “Lihat data” | Sistem berhasil menampilkan sesuai tanggal pencarian | Valid |
| 5 | Admin menambah data user dengan klik “Tambah” kemudian klik “Simpan data” | Sistem berhasil menambahkan data dan tampil di halaman user | Valid |
| 6 | Admin dan user klik tombol “Log Out” | Admin dan user berhasil keluar dari sistem dan tampil pada halaman login | Valid |

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa uji fungsionalitas pada sistem informasi *Asia Smart Building* (ASB) berhasil pada semua proses dalam menambah, merubah data maupun dalam menghapus data serta memonitoring.

KESIMPULAN

1. Dengan adanya *Asia Smart Building* mempermudah dalam memonitoring suhu, kelembaban, energy yang terpakai secara real-time.
2. Dengan adanya *Asia Smart Building* dapat mematikan maupun menyalakan perangkat elektronik didalam kelas tanpa menggunakan saklar.
3. Dengan adanya peringatan dini melalui pesan aplikasi telegram maka dapat memonitor ruang kelas dengan efektif

SARAN

Pengembangan aplikasi *Asia Smart Building* dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa aspek sebagai berikut:

1. Menambah beberapa sensor kedalam sistem, misalnya: sensor getar untuk mendeteksi pintu apabila dibuka tanpa seijin pemilik rumah, sensor PZEM-004T untuk menghitung jumlah KWh penggunaan listrik tiap bulan, dan beberapa sensor lainnya.
2. Membuat program *Asia Smart Building* berbasis Mobile App (Tulis di sini) ... Kesimpulan dan berisi rangkuman singkat atas hasil penelitian dan pembahasan. [Times New Roman, 11, normal], spasi 1.

UCAPAN TERIMAKASIH

Riset penulis dibiayai oleh Hibah Penelitian Dosen Pemula dari DRPM RISTEKDIKTI dengan kontrak No. 083/SP2H/LT/DPRM/2020, tanggal 9 Maret 2020

DAFTAR RUJUKAN

- [1] C. Rizo Maestre dan F. J. M. Lizán, "Intelligent Buildings: Considerations for its Design using Multiagent Systems".
- [2] D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini dan I. Chlamtac, "Internet of things: Vision, applications and research challenges," *Ad hoc networks*, vol. 10, no. 7, pp. 1497-1516, 2012.
- [3] M. H. Asghar, A. Atul dan N. Mohammadzadeh, "Principle application and vision in Internet of Things (IoT)," dalam *International Conference on Computing, Communication & Automation, Noida, India*, 2015.
- [4] R. Sulenggono, "Penerapan Sistem Informasi Smart Classroom Berbasis Internet of Things Dengan Raspberry Pi di Jurusan Teknik Informatika Universitas Negeri Surabaya," *IT-Edu : Jurnal Information Technology and Education*, vol. 2, no. 2, pp. 256-262, 2017.
- [5] Herdianto, "Perancangan Smart Home dengan Konsep Internet of Things (IoT) Berbasis Smartphone," *Jurnal Ilmiah Core IT : Community Research Information Technology*, vol. 6, no. 2, 2018.
- [6] R. Kamath, M. Balachandra dan S. Prabhu, "Raspberry Pi as Visual Sensor Nodes in Precision Agriculture: A Study," *IEEE Access*, vol. 7, no. , pp. 45110-45122, 2019.
- [7] F. Z. Rachman, "Smart Home Berbasis IoT," *PROSIDING SNITT POLTEKBA*, vol. 2, pp. 369-374, 2017.
- [8] S. Wang, *Intelligent Buildings and Building Automation*, London and New York: Spon PressSpon Press, 2010.
- [9] S. Soucek dan G. Zucker, "Current developments and challenges in building automation," *Elektrotechnik und Informationstechnik*, vol. 129, no. 4, pp. 278-285, 6 2012.
- [10] M. McGrath, *Raspberry Pi 3 in easy steps*, Holly Walk: Easy Step Limited, 2016.
- [11] L. Ada, *PIR Motion Sensor*, New York: Adafruit Industries, 2020.
- [12] D. Lan, Z. Pang, C. Fischione, Y. Liu, A. Taherkordi dan F. Eliassen, "Latency Analysis of Wireless Networks for Proximity Services in Smart Home and Building Automation: The Case of Thread," *IEEE Access*, vol. 7, no. , pp. 4856-4867, 2019.

- [13] J. Waworundeng, L. Doni, I. Dan dan C. A. Pangalila, "Implementasi Sensor PIR... v Implementasi Sensor PIR sebagai Pendeteksi Gerakan untuk Sistem Keamanan Rumah menggunakan Platform IoT Implementation of PIR Sensor as Motion Detector for Home Security System using IoT Platform".