



## Optimalisasi Penggunaan Pendingin Ruangan Sistem Kelas Cerdas

David Habsara Hareva<sup>1</sup>, Andre Wirawan<sup>2</sup>, Benny Hardjono<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pelita Harapan  
[david.hareva@uph.edu](mailto:david.hareva@uph.edu)

### Abstract

*Optimizing the use of electronic devices such as air conditioning is very important to avoid high costs due to the use of electricity in classrooms. This can be done by regulating its use only when the classroom is in use. There are two sufficient conditions to arrange it, namely when there is a teaching schedule and there are students in the class. By utilizing IoT technology, a cooling control system to regulate electricity usage such as air conditioning can be done. The IoT device used is a laser sensor or PIR to detect the presence of people, temperature, and humidity sensors, infrared sensors to turn the cooling system on or off. All sensors are connected to the Arduino microcontroller which forwards the collected data to the Firebase database via the internet. Android smartphones are used to embed smart class applications that control the cooling system control configuration, monitor, and view the history of cooling system usage via data stored in Firebase. When creating a class schedule consisting of class names and class usage time, there is a threshold for the minimum number of students in the class to regulate 2 cooling system devices. The detection test for the presence of students entering and leaving the classroom was carried out using a laser sensor and a PIR sensor with a success rate of 50% and 100% respectively, for 10 consecutive attempts, although the laser sensor is more accurate, it requires accurate sensor placement as well for better results. The cooling control system was tried out for 5 days, Monday - Friday, based on a simulated classroom usage schedule, two cooling systems that were active for 7.5 hours from 60 hours per week, or the equivalent of 13% of the total active and inactive class time. The electricity cost incurred for only 2 coolers is IDR 54,960 / month compared to the total expenditure of IDR 439,680 / month, or equivalent to IDR 43,968,000 for 100 rooms / month. The built-in cooling control system can overcome high costs due to turning on the cooling system when not in use.*

Keywords: *smart building, internet of things, optimization, microcontroller, sensors*

### Abstrak

Optimalisasi penggunaan perangkat elektronik seperti pendingin ruangan sangatlah penting untuk menghindari biaya tinggi akibat penggunaan listrik di ruang-ruang kelas. Hal ini dapat dilakukan dengan mengatur penggunaannya hanya saat ruang kelas digunakan. Terdapat dua syarat cukup untuk mengaturnya, yaitu saat ada jadwal mengajar dan ada siswa di dalam kelas tersebut. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, sistem pengendali pendingin untuk mengatur penggunaan listrik seperti pendingin ruangan dapat dilakukan. Perangkat IoT yang digunakan adalah sensor laser atau PIR untuk mendeteksi keberadaan orang, sensor suhu dan kelembaban, sensor infrared menyalakan atau mematikan sistem pendingin. Semua sensor tersebut terhubung ke mikrokontroler Arduino yang meneruskan data terkumpul ke Firebase database lewat internet. Smartphone android digunakan untuk menyematkan aplikasi kelas cerdas yang mengatur konfigurasi pengendalian sistem pendingin, memonitor, dan melihat histori penggunaan sistem pendingin lewat data yang tersimpan pada firebase. Saat membuat jadwal kelas yang terdiri dari nama kelas dan waktu penggunaan kelas, terdapat ambang batas jumlah minimum siswa di dalam kelas untuk mengatur 2 perangkat sistem pendingin. Pengujian pendeteksian keberadaan siswa yang masuk dan keluar ruangan kelas dilakukan menggunakan sensor laser dan sensor PIR dengan masing-masing tingkat keberhasilan 50% dan 100%, secara berurutan selama 10 kali percobaan, walau sensor laser lebih akurat, tetapi membutuhkan penempatan sensor yang akurat juga untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Sistem pengendali pendingin dicobakan selama 5 hari, senin – jumat, berdasarkan simulasi jadwal penggunaan satu ruangan kelas, dua sistem pendingin yang aktif selama 7.5 jam dari 60 jam per minggu, atau setara dengan 13% dari total waktu ruang kelas aktif dan non-aktif. Biaya listrik yang dikeluarkan hanya untuk 2 pendingin adalah Rp 54.960/bulan dibandingkan dengan total pengeluaran Rp 439.680/bulan, atau setara dengan Rp 43.968.000 untuk 100 ruangan/bulan. Sistem pengendali pendingin yang dibangun dapat mengatasi biaya tinggi akibat nyalanya sistem pendingin saat tidak digunakan.

Kata kunci: *smart building, internet of things, optimization, microcontroller, sensors*

### 1. Pendahuluan

Pengembangan kelas cerdas (*smart classroom*) ini menjadi salah satu penelitian yang sedang trend untuk memajukan dunia pendidikan [1]. Cerdas (*smart*) yang

dimaksud adalah membuat semua hal yang masih menggunakan sentuhan manusia menjadi otomatis tanpa perlu campur tangan kita secara langsung. Pada jaman sekarang ini, kecepatan internet semakin bertambah sehingga memudahkan untuk pembelajaran

jarak jauh menggunakan tele-conference seperti yang disimulasikan oleh Shi *et.al* [2]. Dunia pendidikan saat ini telah memperlihatkan peningkatan dalam standar pendidikan, kemajuan, dan inovasi sejalan dengan perkembangan teknologi [3]. Sekolah dan lembaga pendidikan lainnya telah mulai mengadopsi metode pengajaran modern melalui papan cerdas interaktif [4], proyektor dan notebook pintar, dan lain-lain. Perangkat alat modern tersebut sangat berguna untuk membantu meningkatkan efektivitas penggunaan ruangan dan mempermudah pengatur kelas, ditambah lagi dengan konsep Internet of Things (IoT) yang membuat suatu sistem kelas menjadi cerdas [5].

IoT merupakan suatu konsep yang berguna untuk mengambil data yang dibutuhkan tanpa interaksi manusia. Aspek yang terlibat di dalamnya dapat berupa infrastruktur, metodologi, perangkat keras dan perangkat lunak [6]. Misalnya saja untuk mengidentifikasi dan menghitung orang menggunakan teknologi kamera untuk mengenali tubuh manusia dengan platform Raspberry Pi [7]. Konsep IoT ini digunakan tidak hanya untuk mempermudah rutinitas kerja kita tetapi juga mempunyai dampak yang cukup besar terhadap penghematan biaya. Ada beberapa penelitian membangun kelas cerdas yang berhubungan dengan penghematan listrik, seperti konsumsi listrik pada sistem pendingin ruangan dimana secara statistik mengkonsumsi daya paling besar saat digunakan di gedung bertingkat [8]. Pengaturan penggunaan energi listrik sesuai dengan permintaan pengguna. Pengaturan ini diambil dari profile pengguna, sehingga jadwal yang terbentuk menjadi dinamis tidaklah tetap untuk tiap kondisi [9]. Membangun Smart home energy management yang mengatur setiap perangkat rumah tangga menggunakan protocol IEEE 802.15.4 dan zigbee yang menyediakan layanan pintar untuk mengontrol penggunaan energi listrik [10]. Monitoring penggunaan listrik dengan membangun platform komunikasi universal yang dapat membaca meteran listrik yang dibangun menggunakan Advance Metering Structure (AMI) [11].

Banyak bangunan di lingkungan kampus yang berdaerah tropis seperti di Indonesia menyediakan sistem pendingin (air conditioner) di tiap-tiap ruangan kelas. Jumlah ruang kelas suatu kampus yang besar bisa berjumlah diatas 100 kelas bila diasumsikan 1 fakultas mempunyai 20-30 ruangan kelas. Seringkali, sistem pendingin tersebut menyala sepanjang hari walaupun kelas-kelas tersebut tidak digunakan, atau digunakan saat tidak ada jadwal belajar. Kondisi yang lain lagi ada jadwal tetapi menggunakan pendingin dengan kapasitas daya penuh. Hal-hal yang tersebut adalah kasus-kasus tidak optimalnya penggunaan sistem pendingin ruangan yang dapat mengakibatkan pemborosan energi listrik.

Dengan teknologi yang tersedia saat ini seperti teknologi IoT, maka optimalisasi penggunaan ruangan yang menggunakan energi listrik dapat dilakukan. Penelitian saat ini hendak memonitor dan

mengendalikan penggunaan listrik akibat pemakaian sistem pendingin yang tidak optimal, sehingga pemborosan energi listrik dapat dihindari.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

Sistem pengendali pendingin ruang kelas dibangun menggunakan konsep IoT. Kendali yang dimaksud disini adalah mengendalikan aktivasi sistem pendingin ruangan (Air Conditioner) berdasarkan persyaratan tertentu. Hal ini dilakukan untuk tujuan efisiensi penggunaan listrik yang berhubungan dengan sistem pendingin. Untuk memahami proses pembuatan sistem pengendali pendingin ruangan ini, dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bahan penelitian yang digunakan pada sistem pengendali, rancangan sistem pengendali, dan uji coba rancangan sistem tersebut pada target ruangan.

### 2.1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian untuk membangun sistem dengan konsep IoT ini terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak dan jaringan komunikasi data. Perangkat keras yang digunakan adalah NodeMCU, beberapa sensor seperti PIR, laser, suhu, kelembaban, dan infrared. Perangkat lunak yang digunakan adalah framework mobile android dan firebase. Jaringan komunikasi data bisa menggunakan internet atau intranet tergantung ketersediaan jaringan yang ada untuk mencapai ruang-ruang kelas yang hendak dioptimalkan pemakaian listriknya.

*NodeMCU.* Mikrokontroler ini merupakan development kit berbasis ESP8266, dilengkapi GPIO (general purpose input-output), PWM (pulse width modulation), IIC (internet industrial consortium), 1-Wire (perangkat komunikasi berkecepatan rendah 16.3 kbit/s), dan ADC (analog digital converter) yang digabungkan menjadi satu mikrokontroler, memiliki sifat development kit open source, programmable, low cost, simple, smart dan WiFi-enabled [12]. Kelebihan dari NodeMCU dibandingkan dengan jenis mikrokontroler Arduino lainnya adalah kemudahan untuk menyambungkan mikrokontroler ini dengan jaringan WiFi, karena module WiFi ESP8266 sudah tersemat di dalamnya. NodeMCU diciptakan tidak lama setelah ESP8266 yang menggunakan bahasa pemrograman Lua scripting language diciptakan [13].

*PIR (Passive Infrared Sensor).* Tipe KY-022 adalah sensor umum yang ramah listrik, mudah digunakan untuk mendeteksi adanya pergerakan dengan sudut deteksi yang lebar. PIR menggunakan 3 pin (Vcc, out, GND) untuk melakukan tugasnya [14]. PIR sensor dapat digunakan untuk mengetahui obyek yang bergerak karena perubahan jumlah gelombang infrared yang terpantul dari dinding ruangan. Hal ini terjadi akibat panas tubuh yang menghasilkan perubahan diferensial diantara dua kutub PIR.

*Laser Detector.* Tipe KY-008 adalah sensor laser transmitter yang memberikan cahaya beam 650nm yang berbentuk titik ke receiver. Sensor ini mempunyai 3 pin

(Vcc, signal out, dan GND). Cahaya beam bila diterima mempunyai nilai 1 pada receiver dan sebaliknya bernilai 0 bila terputus. Jadi bila ada obyek yang menutupi gelombang beam ini secara otomatis akan merubah status receiver dari 1 menjadi 0. Secara teori, sensor ini dapat mengeluarkan cahaya laser sejauh 1000cm atau 1 meter [15], sehingga cukup memadai bila digunakan dalam ruang tertutup.

**DHT11.** Sensor yang dilengkapi untuk pembacaan suhu dan kelembaban disuatu ruangan. Sensor yang relatif murah ini memiliki 3 pin, yaitu Vcc, out, dan GND. Bahan sensor bertipe thermistor NTC (negative temperature coefficient) untuk mengukur suhu dan kelembaban berdasarkan perubahan nilai resistansi. Dibutuhkan setidaknya microkontroller 8-bit untuk mengolah kedua sensor tersebut dari pin signal out dengan format single-wire bi-directional [16].

**IR Infrared.** Modul IR KY-022 lewat transmitter memancarkan sinar infrared yang sedikit lebih panjang jangkauannya dibandingkan dengan cahaya biasa, yaitu dikisaran 780 – 950nm dengan frekuensi sekitar 38KHz [17]. IR atau inframerah dapat dibaca oleh IR receiver (alat penerima gelombang) berupa panjang gelombang cahaya dengan satuan nm. Panjang gelombang ini didemodulasi ke tingkat logika, dimana ketika menerima sinyal termodulasi outputnya adalah rendah (0), sebaliknya bila tidak ia akan bernilai tinggi (1). Hal ini bisa terjadi karena dukungan aplikasi codec (penterjemah data stream atau signal yang terenkripsi baik untuk kebutuhan transmisi atau penyimpanan).

**Firebase.** Ini adalah real-time database tanpa struktur atau disebut non-SQL (structre query language). Sebagai server backend as a service pada cloud, ia melayani penyimpanan dan sinkronisasi data diantara dua sistem berbeda secara real-time. Data yang disimpan berbentuk JSON dan tersinkronisasi setiap terkoneksi dengan client (pengguna) lewat jaringan. Database ini dapat digunakan pada multi- platform seperti iOS, android, dan windows. Salah satu bahasa program yang mendukung untuk penyimpanan data dalam bentuk JSON adalah Java script. Bila data pada firebase mengalami pembaharuan, maka semua perangkat pengguna yang terkoneksi ke database ini secara instan akan menerima pembaharuan data [18].

**Sistem Pendingin.** Biasa disebut Air Conditioner yang mempunyai daya kuda dalam satuan PK (Paard Kracht). 1 (satu) PK = 735.5 watt = 0.986 HP (Horsepower) = 9000 BTU (British Thermal Unit). 1 (satu) PK cukup untuk mendinginkan ruangan seluas 50m<sup>3</sup> (LxWxH = 4x5x2.5). Untuk mengetahui kebutuhan ideal sistem pendingin ruangan terdapat perhitungan sederhana yang bisa dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$BTU = (L \times W \times H \times I \times E) / 60 \quad (1)$$

L panjang ruangan (dalam feet)

W lebar ruangan (feet)

H tinggi ruangan (feet)

I nilai 10 jika ruangan berinsulasi (berada di lantai bawah atau terhimpit dengan ruangan lain). nilai 18 jika ruangan tidak berinsulasi (di lantai atas)

E nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap ke utara.  
 nilai 17 jika menghadap ke timur.  
 nilai 18 jika menghadap ke selatan.  
 nilai 20 jika menghadap ke barat.

(1 meter = 3,28 feet)

Dan untuk mengetahui kapasitas pendingin yang diperlukan sesuai dengan ukuran kubikal ruangan dapat menggunakan Table 1 [19].

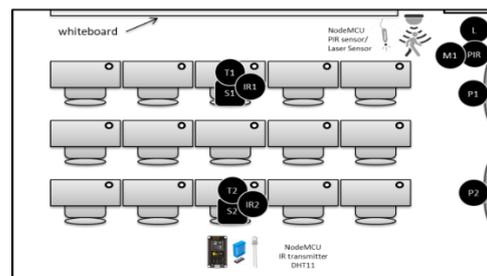
Tabel 1 Contoh penggunaan ukuran sistem pendingin berdasarkan BTU/PK

Kapasitas Pendingin (AC)	BTU/h
½ PK	± 5.000
¾ PK	± 7.000
1 PK	± 9.000
1½ PK	± 12.000
2 PK	± 18.000

Sistem pendingin yang digunakan masih tergolong produk lama, yang masing menggunakan remote untuk mengontrol sistem pendingin ruangan melalui teknologi infrared.

## 2.2. Target Ruangan

Sistem pengendali pendingin ini diterapkan pada ruang kelas berukuran 7x5x2.5m<sup>3</sup> (LxWxH) atau menjadi 22.96x16.4x8.2 feet<sup>3</sup> (Gambar 1). Untuk melihat kebutuhan BTU sesuai dengan persamaan (1), maka I bernilai 10 (ruangan dihimpit oleh lantai bawah dan atas), dinding terpanjang menghadap ke utara maka E bernilai 16, BTU terhitung menjadi (22.96 x 16.4 x 8.2 x 10 x 16) / 60 = 8.233,76 BTU artinya cukup menggunakan AC 1 PK saja. Sistem pendingin terpasang pada ruangan ada dua dengan masing-masing berdaya ½ PK seperti ilustrasi Gambar 1. Penempatan sensor laser (KY-008) diletakan pada titik L, dan sensor PIR pada titik PIR yang terhubung ke NodeMCU M1. Sensor temperature dan kelembaban (DHT11) diletakan di dua titik, yakni T1 dan T2 bersamaan dengan sensor infrared transmitter IR1 dan IR2 tepat dibawah perangkat pendingin. T1 dan IR1 terhubung ke NodeMCU S1, T2 IR2 terhubung ke S2. Interaksi antar NodeMCU menggunakan sistem Master (M1) dan slave (S1 dan S2). Sistem pendingin (P1 dan P2) diletakan di samping atas berdasarkan penataan gedung sebelumnya. Kapasitas ruangan tersedia hanya untuk 15 orang.



Gambar 1 Simulasi sistem pengendali pendingin ruangan

### 2.3. Perancangan Sistem

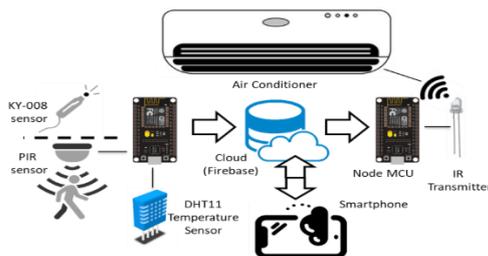
Cara kerja sistem pengedali pendingin ruangan secara umum dillustrasikan pada Gambar 2. yang terdiri dari tiga buah mikrokontroler yang dilengkapi dengan beberapa sensor dan dua buah sistem pendingin (masing-masing 1/2PK) untuk mendinginkan ruangan berukuran 87.5m<sup>3</sup>.

Terdapat dua kriteria untuk menentukan apakah sistem pendingin P1 dalam keadaan on (menyala) atau mati (off). Pertama adanya jadwal mengajar pada saat itu dan kedua adanya keberadaan orang di dalam kelas. Kata “dan” mempunyai arti bahwa kedua syarat tersebut dipenuhi.

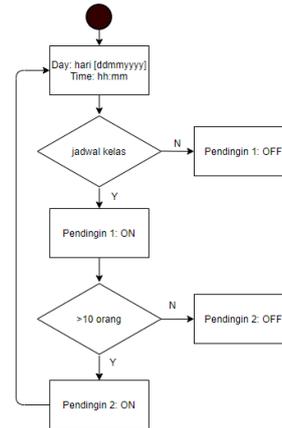
Mikrokontroler S1 dan S2 masing-masing dilengkapi oleh sensor IR Infrared yang bertugas memberikan instruksi kepada sistem pendingin P1 dan P2 berstatus on/off melalui transmitter jenis IR KY-022. IR Infrared *transmitter* ini mengeluarkan gelombang cahaya termodulasi yang kemudian diterjemahkan oleh *receiver* pendingin dalam bentuk kode logika untuk merubah status dari sistem pendingin.

Master mikrokontroler (M1) membaca jadwal pada waktu (time - hh:mm) dan hari (day - dd:mm:yyyy) yang tersimpan pada firebase (cloud-database) melalui jaringan internet yang disediakan pihak sekolah/kampus. Selain itu, bila terdapat satu siswa saja maka P1 akan menyala. Pendeteksian siswa/i dilakukan oleh salah satu sensor, PIR atau Laser. Keputusan pemilihan sensor didasarkan kepada akurasi pendeteksian adanya siswa/i yang masuk ke dalam ruangan kelas. Bila terdapat siswa lebih dari 10, maka P2 akan ikut aktif bersamaan dengan P1. Kedua pendingin tersebut dikendalikan nyala-mati (ON/OFF) berdasarkan alur algoritma pada Gambar 3.

Tingkat temperatur suhu ruangan diatur menurut pembacaan suhu yang dilakukan oleh sensor temperature DHT11 yang dapat ditempatkan sesuai dengan kebutuhan. Sensor tersebut mengukur suhu ruangan yang akan memberikan umpan balik melalui mikrokontroler yang mengupdate nilai suhu pada firebase. Selain itu nilai suhu tersebut juga digunakan oleh S1 dan S2 untuk mengetahui apakah sistem pendingin P1 dan P2 dalam keadaan mati atau menyala. Jika suhu di bawah threshold yaitu 25°C, maka pendingin dalam ruangan sedang menyala, dan jika suhu di atas 25°C maka pendingin dalam keadaan mati.

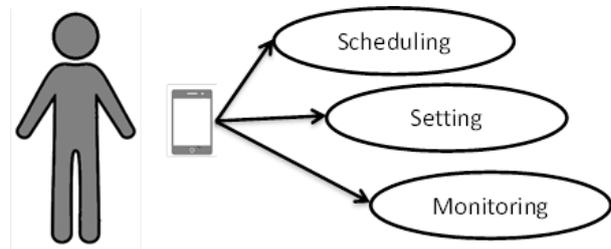


Gambar 2 Diagram sistem pengendali pendingin ruangan



Gambar 3 Alur pengendali sistem pendingin

Aplikasi yang disematkan pada smartphone mempunyai tiga fungsi (Gambar 4). *Scheduling function* yang terdiri dari melihat jadwal kelas (view class schedule), mengatur jadwal kelas (manage class schedule), memasukkan jadwal kelas baru (insert class schedule). *Setting function* berperan untuk mengontrol aktivasi sistem pendingin berdasarkan nilai ambang batas suhu dan keberadaan orang. *Monitoring function* yang mempunyai fungsi untuk mendeteksi dan menghitung orang yang masuk ruangan (view human traffic), memonitor status pendingin ruangan (on/off), dan memonitor suhu ruangan pada saat itu.



Gambar 4 Diagram fungsi aplikasi

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Pemilihan sensor detector

Pendeteksian jumlah orang yang masuk ke dalam ruangan kelas membutuhkan akurasi yang cukup untuk memberikan informasi kepada sistem pendingin untuk diaktifkan atau dimatikan. Terdapat dua sensor yang masuk dalam pengujian ini, yaitu sensor PIR dan Laser KY-008. Kedua sensor diletakan dekat dengan pintu masuk ruangan. PIR diberikan tegangan sebesar Vcc +3V lalu +5V, karena saat dilakukan percobaan pertama kali, terjadi keterbatasan sumber Vcc +5V pada mikrokontroler NodeMCU. Hasil Tabel 2 menunjukkan hasil yang kurang memuaskan dengan 70% kegagalan saat mendeteksi keberadaan siswa/i. Spesifikasi input tegangan dalam kondisi normal sebenarnya adalah +5V, tetapi dapat diberikan input dengan range 4.5 – 12V. Saat diberikan tegangan normal, PIR sensor mempunyai nilai kegagalan 50%. Kemudian Laser sensor digunakan dengan hasil yang lebih memuaskan

dibandingkan dengan penggunaan sensor PIR, yaitu 100% keberhasilan. Sebagai catatan, penempatan sensor laser baik transmitter dan receiver harus diletakan berhadapan dengan jarak kurang dari 1m dengan sudut mendekati 0°. Arti 0° itu untuk menghindari adanya penyimpangan saat sinar laser ditembakkan dari transmitter ke receiver.

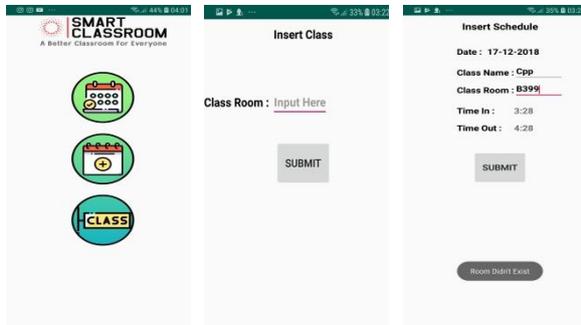
Tabel 2 Pengujian PIR dan Laser Detector

Experiment	IN	OUT	PIR		Laser
			3V	5V	
1	1	0	NO	OK	OK
2	0	1	NO	OK	OK
3	1	0	NO	NO	OK
4	0	1	OK	OK	OK
5	1	0	NO	NO	OK
6	0	1	OK	NO	OK
7	0	1	NO	NO	OK
8	1	0	NO	OK	OK
9	1	0	NO	NO	OK
10	1	0	OK	OK	OK

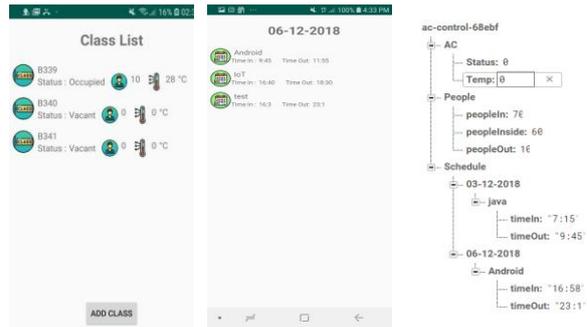
### 3.2. Antar Muka Aplikasi Sistem Pendingin Ruangan

Halaman muka dari aplikasi android mobile terdapat pada Gambar 5.a. Sebelum membuat jadwal kelas, user harus mempersiapkan nama kelas (5.b) dan konfigurasi yang perlukan seperti jumlah minimum siswa, suhu default, dan lain-lain. Setelah nama kelas terdaftar (5.c).

Aplikasi ini mempunyai beberapa fungsi konfigurasi. Konfigurasi berhubungan dengan pengontrolan sistem pendingin, yaitu penjadwalan kelas, pengaturan suhu, jumlah orang terdeteksi dalam ruangan, dan status kelembaban ruangan. Sebelum membuat jadwal kelas, kita harus memasukan kelas baru menggunakan tombol "Add class" pada aplikasi ini (Gambar 5.d). Akan muncul *popup window* untuk memberikan nama kelas dan menentukan nilai ambang batas jumlah orang agar P2 menyala, dan penentuan tingkat suhu yang diinginkan. Beberapa informasi disematkan pada aplikasi untuk mengetahui *account* kelas yang aktif (5.e), status P1 dan P2, jumlah orang yang berada di dalam kelas atau yang keluar kelas, kelas sedang aktif digunakan, tingkat suhu dan kelembaban pada saat itu.



(a) Halaman muka (b) Pembuatan kelas (c) Jadwal kelas



(d) Monitoring suhu, kelas aktif, jumlah siswa (e) Daftar kelas (f) Firebase database: konfigurasi, jadwal kelas, status kelas, dan histori data.

Gambar 5 Aplikasi android mobile dan fitur-fiturnya.

Pembuatan jadwal kelas dilakukan dengan menentukan kelas mana yang akan diaktifkan dalam periode waktu tertentu. Semua konfigurasi yang diinputkan pada aplikasi akan disimpan menggunakan firebase cloud beserta nilai-nilai yang didapat dari sensor-sensor yang tertera pada Gambar 5.f.

### 3.3 Pengujian Aplikasi

Perhitungan dilakukan untuk memperkirakan jumlah listrik yang digunakan bila dinyalakan terus menerus selama hari kerja dibandingkan dengan penggunaan sistem terkendali. Berdasarkan simulasi jadwal penggunaan satu ruangan kelas, dua pendingin yang aktif selama 7.5 jam dari 60 jam per minggu, atau setara dengan 13% penggunaan listrik. Bila 1sk = 50menit, harga 1 Kwh = 1145 rupiah, AC 1PK = 1.6Kwh. Maka biaya listrik yang dikeluarkan untuk 2 pendingin yang menyala selama 30jam dalam sebulan adalah Rp 54.960 dibandingkan dengan total pengeluaran Rp 439.680/bulan bila tidak menggunakan sistem pengedali pendingin. Bila terdapat 100 ruangan yang tidak dikendalikan penggunaan sistem pendingin, maka biaya listrik percuma yang dikeluarkan akan semakin besar.

## 4. Kesimpulan

Sistem pengontrolan sistem pendingin mempunyai fungsi untuk menyalakan dan mematikan sistem pendingin sesuai dengan penjadwalan kelas dan keberadaan siswa di dalam ruangan. Penjadwalan, jumlah siswa, tingkat suhu, dan konfigurasi lainnya yang memberikan input dalam pengontrolan sistem pendingin dapat diubah melalui aplikasi android. Pengujian pendeteksian gerakan dilakukan menggunakan sensor laser (KY-008) yang lebih akurat dibandingkan dengan sensor PIR (KY-022), tetapi penempatan sensor ini harus tepat posisinya.

Keuntungannya sistem ini adalah penghematan listrik dengan cara mematikan sistem pendingin saat tidak digunakan, dan akan otomatis menyala sesuai dengan

konfigurasi yang dibuat menggunakan aplikasi mobile yang dibangun.

### Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah memberikan bantuan hibah agar penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan tujuan dan sasaran yang direncanakan. Pelaksanaan penelitian ini didasarkan kepada nomor kontrak 109/SP2H/LT/DRPM/2019, 026/AKM/PNT/2019, 182/LPPM-UPH/V/2019 tanggal 14 Mei 2019. Dan kepada Universitas Pelita Harapan (UPH), yang telah membantu pelaksanaan penelitian di lapangan terkait keilmuan, teknis pengambilan data, dan administrasi.

### Daftar Rujukan

- [1] C. O'Dirscoll, smart classroom technology, 2009. DOI: 10.5772/7925
- [2] Yuanchun Shi, Weikai Xie, Fang Liu, The Smart Classroom: Merging Technologies for Seamless Tele-education, IEEE Pervasive Comput, 2003.
- [3] Arun Viswanath, Vikas Chadan, Kumar Saurav, An IoT Based Data Driven Pre-Cooling Solution for Electricity Cost Savings in Commercial Buildings, IEEE Internet of Things Journal, pp (99):1-1 · February 2019.
- [4] Suo Y., Miyata N., Ishida T., Shi Y. (2008) Open Smart Classroom: Extensible and Scalable Smart Space Using Web Service Technology. In: Leung H., Li F., Lau R., Li Q. (eds) Advances in Web Based Learning – ICWL 2007. ICWL 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4823. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-78139-4\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78139-4_38).
- [5] Manny-Ikan, Edith & Dagan, Osnat & Berger- Tikochinski, Tal & Zorman, Rachel. (2011). Using the Interactive White Board in Teaching and Learning – An Evaluation of the SMART CLASSROOM Pilot Project. Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning. 7. 249-273. 10.28945/1523.
- [6] A. Chaudhari, B. Rodrigues and S. More, "Automated IOT based system for home automation and prediction of electricity usage and comparative analysis of various electricity providers: SmartPlug," 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), Noida, 2016, pp. 390-392, doi: 10.1109/IC3I.2016.7917995.
- [7] T. Parthorratt, N. Burapanonte and W. Gunjarueg, "People identification and counting system using raspberry Pi (AU-PiCC: Raspberry Pi customer counter)," 2016 International Conference on Electronics, Information, and Communications (ICEIC), Da Nang, 2016, pp. 1-5, doi: 10.1109/ELINFOCOM.2016.7563020.
- [8] A. Vishwanath, V. Chandan and K. Saurav, "An IoT-Based Data Driven Precooling Solution for Electricity Cost Savings in Commercial Buildings," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 5, pp. 7337-7347, Oct. 2019, doi: 10.1109/JIOT.2019.2897988.
- [9] Fernandes, Filipe & Morais, Hugo & Vale, Zita & Ramos, Carlos. (2014). Dynamic load management in a smart home to participate in demand response events. Energy and Buildings. 82. 592-606. 10.1016/j.enbuild.2014.07.067.
- [10] D. Han and J. Lim, "Smart home energy management system using IEEE 802.15.4 and zigbee," in IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 56, no. 3, pp. 1403-1410, Aug. 2010, doi: 10.1109/TCE.2010.5606276.
- [11] J. Hosek, P. Masek, D. Kovac, M. Ries and F. Kröpl, "Universal smart energy communication platform," 2014 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG), Taipei, 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/IGBSG.2014.6835232.
- [12] Introduction to NodeMCU, <https://www.electronicwings.com/nodemcu/basics>, diakses online Juli 2020.
- [13] NodeMCU, <https://en.wikipedia.org/wiki/NodeMCU>, online accessed July 2020.
- [14] Yun, Jaeseok & Lee, Sang-Shin. (2014). Human Movement Detection and Identification Using Pyroelectric Infrared Sensors. Sensors (Basel, Switzerland). 14. 8057-81. 10.3390/s140508057.
- [15] Pavithra B.G, Siva Subba Rao Patange, Sharmila A., Raja S., Sushma S. J. Characteristics of different sensors used for Distance Measurement. IRJET, Vol.04, Issue: 12, 2017.e-ISSN: 2395-0056.
- [16] DHT11. [www.geekbotelectronics.com](http://www.geekbotelectronics.com), diakses online Juli 2020.
- [17] KY-022 infrared receiver module. Copyright by Joy-IT Publisher CC BY-NC-SA 3.0. pp 97 dari 214.
- [18] "Firebase Cloud Messaging". Google Developers. <https://firebase.google.com>, diakses online July 2020.
- [19] Cara menghitung kebutuhan pemakaian PK AC sesuai ruangan. <https://www.nationalelektronik.com>, diakses online Juli 2020.