

## **SISTEM KONTROL DAN MONITORING KIPAS ANGIN PADA RUANG KELAS BERBASIS INTERNET OF THINGS**

### **CLASS ROOMS FAN CONTROLLING AND MONITORING SYSTEMS BASED ON INTERNET OF THINGS**

**Gusti lambang Wicaksono<sup>1</sup>, Ivan Fadillah Achmad<sup>2</sup>, Unang Sunarya<sup>3</sup>, Dwi Andi Nurmantris<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan,  
Universitas Telkom

<sup>1</sup>[gusti.lambang.gl@gmail.com](mailto:gusti.lambang.gl@gmail.com), <sup>2</sup>[achmad.ivanf@yahoo.com](mailto:achmad.ivanf@yahoo.com), <sup>3</sup>[unangsunarya@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:unangsunarya@tass.telkomuniversity.ac.id), <sup>4</sup>[dwiandi@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:dwiandi@tass.telkomuniversity.ac.id)

#### **Abstrak**

Ruang kelas merupakan salah satu ruangan yang harus diperhatikan dimana ruang tersebut digunakan dalam proses belajar mengajar. Salah satu hal yang dapat mengganggu proses belajar mengajar adalah kenaikan suhu didalam ruang kelas yang memungkinkan berkurangnya konsentrasi pada mahasiswa maupun dosen. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, biasanya pihak sekolah melengkapi ruang kelas dengan sistem pendingin ruangan baik itu menggunakan AC ataupun kipas angin. Kebanyakan sistem pendingin yang menggunakan kipas angin masih dioperasikan secara konvensional menggunakan tombol pada kipas angin atau menggunakan remot kontrol, hal ini dirasa kurang efektif dan efisien karena harus menghidupkan dan mematikan kipas serta mengatur kecepatan kipas secara manual. Bahkan tidak jarang kipas angin lupa dimatikan padahal sudah tidak dibutuhkan sehingga menimbulkan pemborosan listrik.

Untuk itu, pada penelitian ini, dirancang suatu sistem yang bisa menghidupkan dan mematikan, mengatur kecepatan putaran kipas secara otomatis berdasarkan threshold suhu ruangan tertentu, serta dibuat suatu sistem monitoring berbasis Internet of Thing (IoT) untuk memantau suhu ruangan dan aktivitas kipas angin dikelas. Hasil pengujian baik itu hardware maupun aplikasi web menunjukkan sistem telah berjalan dengan baik dengan prosentase keberhasilan 100%.

**Katakunci:IoT, Kontrol Kipas, Monitoring Kipas**

#### **Abstract**

Classrooms are room that must be given attention because it is used in the teaching and learning process. One that's annoying with the teaching and learning process is the increase in temperature in the classroom which allows less concentration on students and lecturers. To overcome these problems, the school usually equips the classroom with an air cooling system using either air conditioning or a fan. Most cooling systems that use fans are still operated conventionally using buttons on the fan or using remote control, this is considered to be less effective and efficient because we have to turn the fan on and off, adjust the fan speed manually. In fact, We often forget to turn off the fan even though it is already not needed, causing electricity to be wasted.

For this reason, we create a system that can turn on and off, adjust speed of fan rotation automatically based on certain room temperature thresholds, and create an Internet of Thing (IoT) based monitoring system to monitor room temperature and fan activity in the class. The system test results both hardware and web applications show that the entire fan control and monitoring system in the classroom has worked as expected with percentage of success is 100%.

**Keywords:IoT, Fan Controlling, Fan Monitoring**

#### **1. PENDAHULUAN**

Ruang kelas merupakan salah satu sarana yang terpenting pada proses belajar mengajar. Dalam proses belajar mengajar diperlukan konsentrasi dan fokus pada dosen dan mahasiswa agar transfer ilmu bisa berjalan dengan baik, mahasiswa dapat memahami setiap hal yang dipelajari di kelas. Salah satu yang dapat mempengaruhi fokus dan konsentrasi mahasiswa adalah kondisi ruang kelas yang digunakan, salah satunya bisa diakibatkan oleh kondisi ruang kelas yang tidak terjaganya kondisi suhu ruangnya.

Secara umum, Ruang/gedung yang terlalu panas atau terlalu dingin sangat berpengaruh terhadap kenyamanan penghuninya. Ketidaknyamanan akibat dari perubahan suhu bisa berpengaruh terhadap kondisi fisik seperti berkeringat, mudah lelah, dan mengantuk karena kurang oksigen, bisa juga berpengaruh terhadap mental seperti munculnya sugesti-sugesti negatif [1]. Dampak negatif dari suatu kondisi ruangan yang buruk terhadap performansi para penghuninya telah dijelaskan oleh para ahli, salah satunya menyatakan pengaruh ruangan yang tidak nyaman berpengaruh terhadap turunnya produktivitas penghuninya [2]. SNI menetapkan standard tingkatan temperatur nyaman untuk orang Indonesia adalah sebagai berikut [3]:

- a. Sejuk nyaman, jika temperatur efektifnya antara 20,5°C sampai 22,8°C
- b. Nyaman optimal, jika temperatur efektifnya antara 22,8°C sampai 25,8°C
- c. Hangat nyaman, jika temperatur efektifnya antara 25,8°C sampai 27,1°C

Tidak semua ruangan kelas memenuhi standard thermal untuk kenyamanan penghuninya. Banyak upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan dosen dan mahasiswa dikelas berhubungan dengan kenaikan suhu ruangan diantaranya dengan menambahkan pendingin ruangan atau kipas angin. Sayangnya, penambahan alat-alat ini dikelas menimbulkan beberapa masalah baru seperti tidak efisiennya pengontrolan alat ini yang menyebabkan ruangan menjadi terlalu dingin karena aktifnya pendingin yang terus menerus bahkan bisa jadi pendingin terus aktif padahal ruang kelas sudah tidak digunakan yang mengakibatkan pemborosan listrik.

Beberapa upaya untuk mengontrol sistem pendingin ruangan telah dikerjakan oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya dengan membuat pengontrol motor kipas dengan menggunakan metoda fuzzy dan image processing [4], peneliti yang lain membuat kontrol kipas angin menggunakan sensor suhu [5], serta ada juga yang mengintegrasikan kontrol kipas angin dengan lampu dengan menggunakan multisensor seperti sensor gerak, sensor suhu dan sensor cahaya.[6]

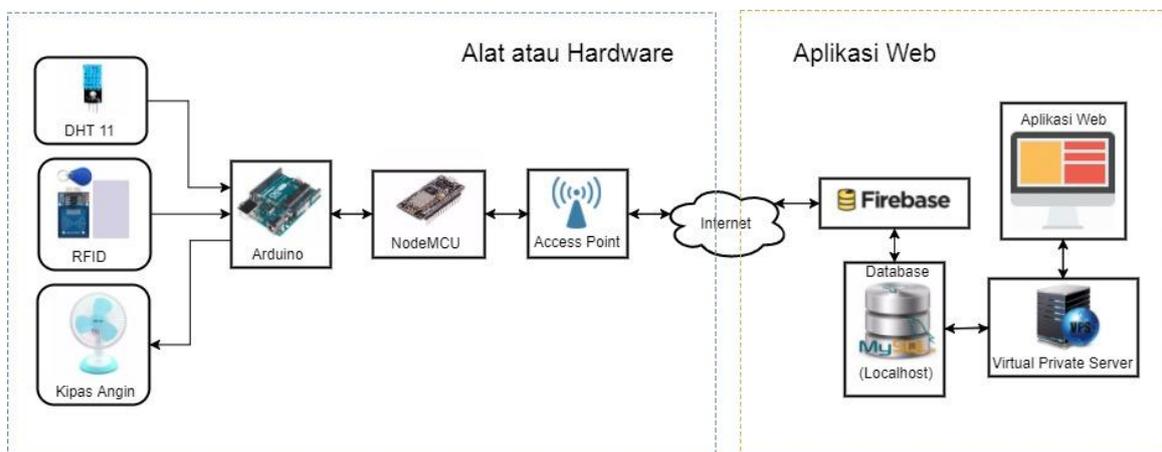
Pada Penelitian ini penulis merancang dan merealisasikan sistem pengontrol kipas angin di kelas dengan pengaktifan sistemnya menggunakan kartu RFID. Agar kinerja putaran kipas lebih optimal, ditambahkan sensor suhu sebagai acuan agar putaran kipas sesuai dengan kebutuhan suhu ruangan yang ada. Besar Kecilnya putaran kipasnya sendiri diatur dengan menggunakan prinsip Pulse Width Modulation (PWM) dengan mempertimbangkan kondisi suhu ruangan yang dideteksi oleh sensor suhu. Semua data yang diperoleh dari sensor suhu dan data putaran kipas disimpan pada database yang kemudian digunakan pada sistem monitoring. Sistem monitoringnya sendiri dibuat suatu aplikasi website, dan aplikasi ini diperuntukan untuk admin. Admin dapat melihat suhu dan pwm putaran kipas yang terbaru atau terkini, melihat beberapa data yang telah tersimpan pada database dan mengaktifkan atau menonaktifkan sistem kipas agar dapat berjalan dengan semestinya. Pembuatan Sistem Monitoring Kinerja Kipas Angin ini diharapkan dapat membantu admin atau petugas untuk mengawasi dan mengontrol kipas angin agar lebih efisien dan tidak disalah gunakan pada waktu yang kurang tepat.

## 2. PERANCANGAN SISTEM

### 2.1 *Gambaran Umum Sistem*

Sistem Kontrol dan monitoring kipas angin di dalam kelas yang dibuat memiliki dua fungsi dasar yaitu sistem kontrol yaitu menghidupkan dan mematikan sistem yang bisa dilakukan melalui dua cara yaitu dengan menggunakan RFID dan kedua dengan cara menggunakan aplikasi web. Ketika sistem telah hidup, sensor suhu DHT 11 akan *sensing* suhu ruangan dan memberikan input pada arduino Uno untuk mengontrol kecepatan kipas angin. Kipas akan berputar jika suhu dideteksi melebihi 26<sup>o</sup> celcius. Kecepatan kipas akan terus meningkat ketika terdeteksi kenaikan suhu hingga 33<sup>o</sup> celcius. Jika suhu ruangan melebihi 33<sup>o</sup> celcius kecepatan kipas akan konstan maksimum. Selama sistem aktif maupun non aktif, arduino melalui nodeMCU

akan mengirimkan data informasi kondisi sistem (aktif/tidak aktif) pada tiap-tiap kelas, besar suhu ruangan tiap-tiap kelas, dan kecepatan putaran kipas berupa data pengaturan PWM ke database firebase. Data-data yang dikirim tersebut nantinya akan ditampilkan pada aplikasi web sistem control dan monitoring kipas yang bisa diakses dimana saja dan kapan saja oleh admin. Gambaran sistem secara keseluruhan bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Sistem Kontrol dan Monitoring Kipas Angin

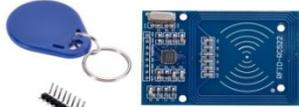
Dalam aplikasi web terdapat 2 proses, yakni proses untuk *monitoring* dan proses untuk membuka sistem atau *controlling*. Proses monitoring berfungsi untuk melakukan pemilihan dan pengambilan data dari database *realtime* firebase agar data bisa ditampilkan di halaman website dan menyimpan data dari database *realtime* firebase ke database localhost mysql yang kemudian dikelola dengan *virtual private server* untuk nantinya ditampilkan di web hosting atau website. penggunaan dua buah database bertujuan agar data tetap tersimpan dan tidak hilang di database real time. Selain itu juga untuk mempermudah admin dalam melakukan pengamatan terhadap kinerja kipas angin yang telah bekerja agar tetap berjalan baik dengan melihat data yang telah tersimpan.

## 2.2 Kebutuhan Komponen *Hardware* dan *Software*

Untuk membangun sistem kontrol dan monitoring kipas angin dikelas berbasis IOT ada beberapa perangkat dan komponen hardware dan software yang digunakan. Perangkat-perangkat tersebut bisa dilihat pada tabel 1.

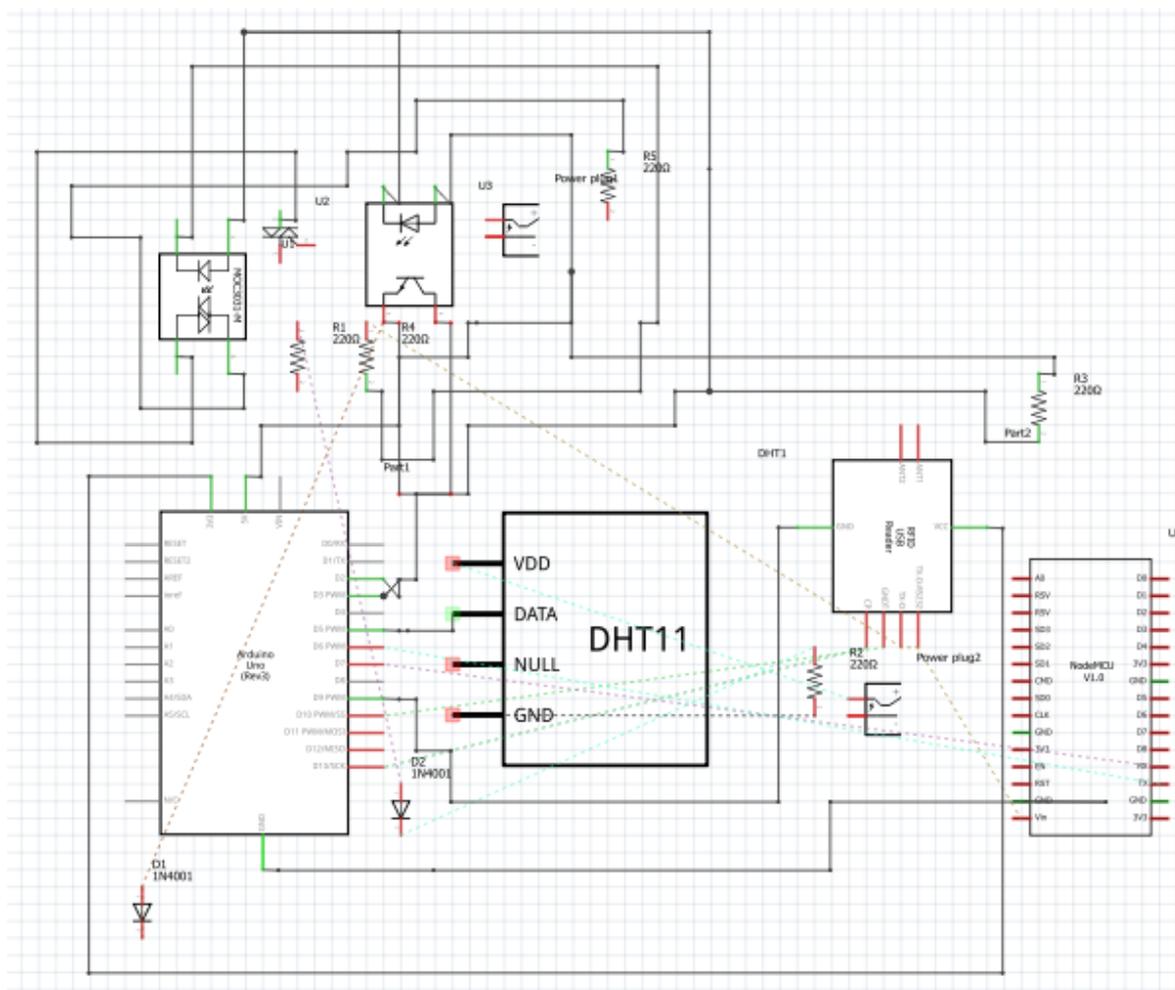
Tabel 1. Kebutuhan Komponen *hardware* dan *Software*

No	Kebutuhan/Spesifikasi	Nama Hardware/ Software
1	Modul mikrokontroller yang minimal memiliki 6 pin digital input/output (3 pin diantaranya harus bisa digunakan sebagai output PWM)	Arduino Uno 
2	Modul yang bisa digunakan sebagai pengirim dan penerima data firebase dengan ukuran dimensi yang kecil dan memiliki fitur wifi dan firmware yang bersifat opensource	NodeMCU ESP 12-E

No	Kebutuhan/Spesifikasi	Nama Hardware/ Software
		
3	Sensor yang bisa mendeteksi kelembaban udara dan suhu	Sensor DHT 11 
4	Modul yang bisa digunakan sebagai proteksi atau isolasi pada sistem control terhadap lonjakan tegangan tinggi dari modul peralatan eksternal, dalam hal ini adalah pada rangkaian relay.	IC PC817 
5	Komponen yang bisa digunakan sebagai switching otomatis pada rangkaian ac.	Triac BT136 
6	IIC yang bisa digunakan sebagai driver beban ac dimana didalamnya berisi optocoupler, Triac dan resistor.	MOC3021 
7	Teknologi atau sistem yang bisa digunakan untuk otomatisasi sistem dengan menyediakan tingkat keamanan yang tinggi	RFID 
8	Platform yang bisa untuk mengimplementasikan IoT	Platform Firebase
9	Software yang bisa digunakan untuk menginstall bahasa pemrograman Node.JS	Software laragon

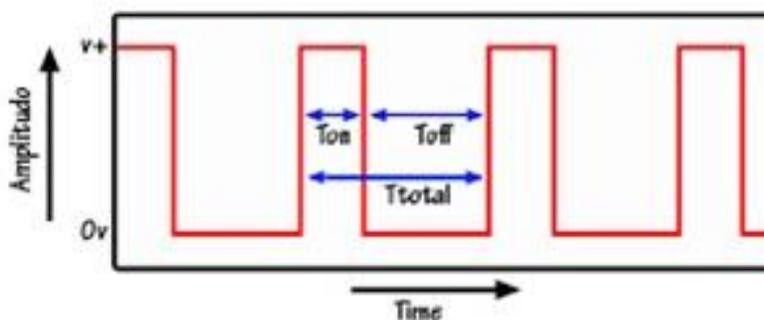
### 2.3 Perancangan hardware Sistem Kontrol dan Monitoring Kipas Angin

Di bagian hardware, perancangan meliputi pembuatan skematik rangkaian, perakitan komponen, pemrograman arduino serta konfigurasi firebase. Gambar 2 menunjukkan skematik rangkaian sistem kontrol dan monitoring kipas.



Gambar 2. Skematik Rangkaian Sistem kontrol dan Monitoring Kipas

Dibagian pemrograman arduino sendiri , flowchart pemrograman arduino bisa dilihat pada gambar 5. Pada sisi pengaturan putaran kipas, digunakan pengaturan PWM pada arduino. Pulse Width Modulation (PWM) adalah suatu metode untuk mengatur tegangan output rata-rata dengan cara memanipulasi lebar pulsa gelombang kotak dalam satu periode. Dengan kata lain, siklus kerja (duty cycle) gelombang kotak dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran rata-rata yang bervariasi



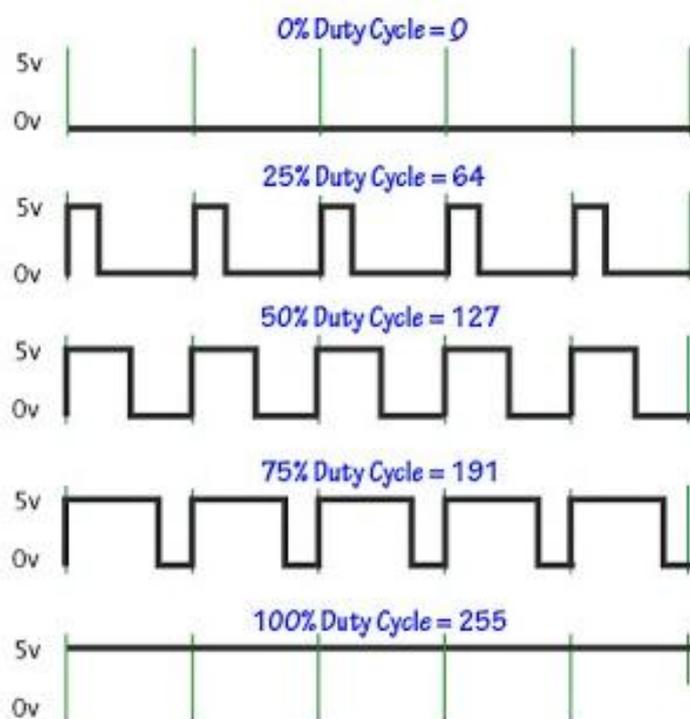
Gambar 3. Ilustrasi Dutycycle [7]

Tegangan keluaran rata-rata dapat divariasikan dengan cara mengatur duty-cycle dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

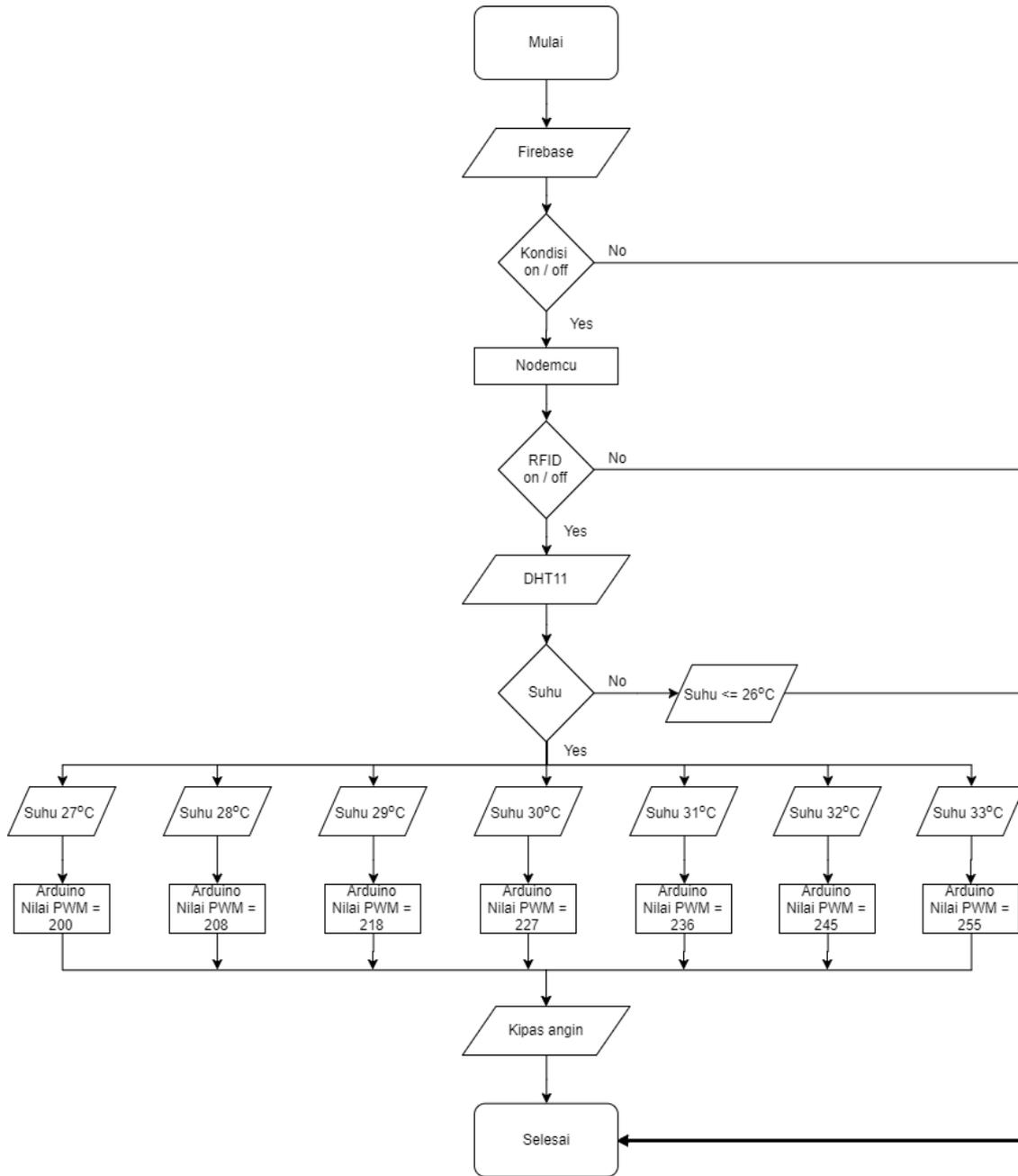
$$V_{out} = D \times V_{in} \tag{1}$$

Dimana D adalah duty cycle. Duty Cycle adalah perbandingan lama waktu (lebar pulsa) kondisi on dengan lama waktu satu perioda sinyal. Keterangan mengenai dutycycle dan contoh prosentase duty cycle masing-masing bisa dilihat pada gambar 3 dan 4

$$Duty\ Cycle = \frac{T_{on}}{T_{on}+T_{off}} \times 100\% \tag{2}$$



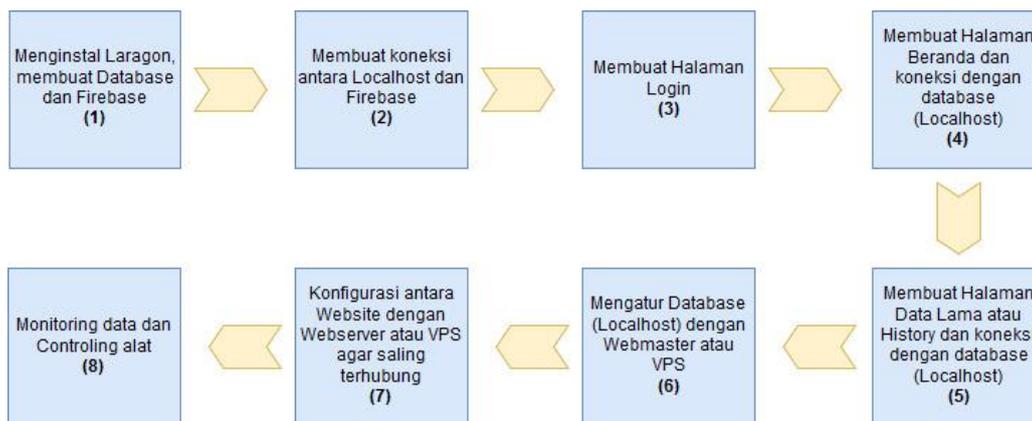
Gambar 4. Duty cycle 0%, 25%, 50%, 75% dan 100 % [7]



Gambar 5. Flowchart Pemrograman Arduino

#### 2.4 Perancangan Aplikasi Web Sistem Kontrol dan Monitoring KipasAngin

Pada subbab ini akan dibahas mengenai langkah-langkah perancangan aplikasi Web Sistem dan monitoring kipas angin. Proses perancangan di sisi aplikasi bisa dijelaskan melalui gambar 6.



Gambar 6. Proses perancangan Aplikasi Web

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam pembuatan sistem website “Sistem Monitoring Kinerja Kipas Angin” adalah menginstall software Laragon yang nantinya akan digunakan untuk install bahasa pemrograman Node.JS. Kemudian membuat database realtime di firebase dan juga di localhost yang sudah disediakan pada aplikasi Laragon.

Langkah kedua adalah membuat koneksi antara localhost dengan firebase, untuk dapat mengkoneksikannya maka perlu mengkonfigurasi pada file index.js yang ada didalam folder setelah menginstall bahasa pemrograman Node.JS.

Langkah ketiga adalah membuat tampilan login dengan menggunakan bahasa pemrograman pug.JS yang berada disalah satu folder didalam folder yang telah dibuat setelah menginstall bahasa pemrograman javascript. Jika tampilan telah dibuat maka perlu mengatur akun pada index.js dengan menggunakan bahasa pemrograman Node.JS agar dapat melakukan proses login.

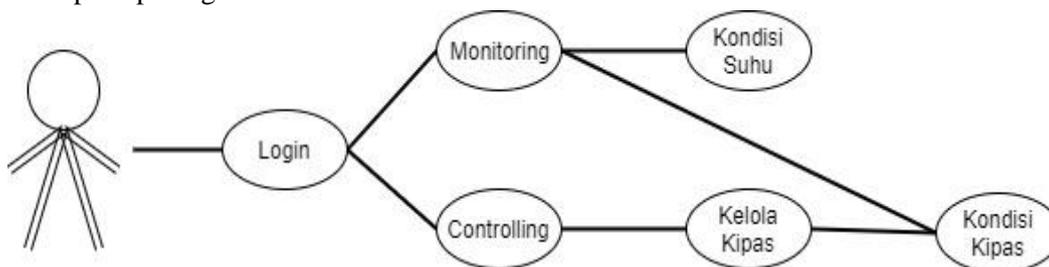
Langkah keempat adalah membuat tampilan beranda, proses pembuatan tampilan beranda ini hampir sama seperti proses pembuatan tampilan login hanya saja terbagi menjadi beberapa file dalam format .pug. Halaman beranda ini berisikan informasi dan tabel denah. Dimana tabel denah bila ditekan akan muncul data sensor, persentase PWM dan tombol pengaktifan sistem. Agar halaman beranda dapat menerima dan mengirim data ke database mysql ini maka perlu mengkoneksikannya menggunakan bahasa pemrograman javascript pada index.js-nya.

Langkah kelima adalah membuat tampilan history dan prosesnya hampir serupa dengan langkah ketiga dan keempat, yang difungsikan untuk menampilkan data numerik dan grafik setelah melakukan pencarian data salah satu kelas. Agar dapat menampilkan data maka diperlukan pembuatan script penghubung dengan menggunakan metoda Node.JS dengan bahasa pemrograman javascript antara database dengan halaman begitu pula untuk langkah keempat tetapi pada halaman history menggunakan library jquery untuk menampilkan data secara grafik.

Langkah keenam adalah membuat koneksi antara vps (webmaster) dengan database localhost. Sebelum masuk membuat koneksi, maka perlu mengirimkan file didalam folder ke vps yang harus di zip terlebih dahulu menggunakan filezilla. Apabila folder telah dikirim maka masuk ke cmd yang telah disediakan aplikasi laragon dan masukan kode untuk terkoneksi dengan vps. Setelah terkoneksi maka unzip folder tersebut dan melakukan konfigurasi dengan mengetik kode pada cmd.

Langkah ketujuh yakni mengatur website dengan vps di cpanel yang telah disediakan oleh pihak penyedia hosting maupun penyedia vps. Setelah tampilan dan koneksi dari sistem website dibuat. Maka langkah terakhir adalah menguji dari sistem monitoring dan membuka sistem atau controlling.

Secara umum, alur dari aplikasi web yang dibuat direpresentasikan dengan usecase diagram seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Usecase Diagram Aplikasi Web

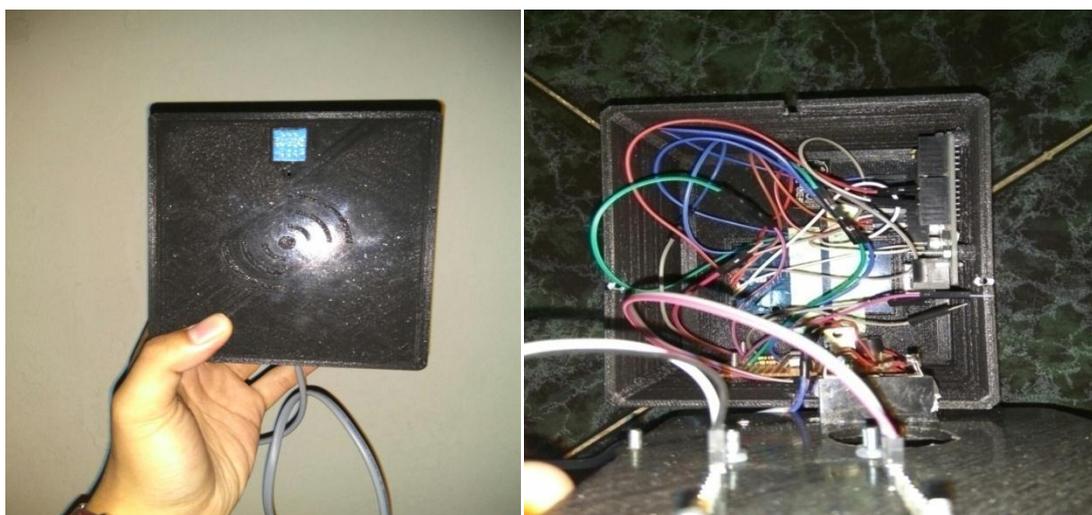
Admin mempunyai username dan password terlebih dahulu agar aplikasi website dapat diakses melalui halaman login, pada halaman ini admin mengisi username dan password yang nantinya digunakan untuk login. Setelah login, admin dapat melakukan monitoring atau pengamatan membuka sistem kipas (controlling).

Pada kasus monitoring, aplikasi menampilkan secara numerik jumlah data yang masuk ke database realtime firebase yang nantinya akan disimpan di database mysql terlebih dahulu. Selain melihat data yang paling terbaru admin juga dapat mengamati maupun analisis kinerja sistem berdasarkan data-data yang telah tersimpan baik berupa numerik maupun grafik. Pada kasus controlling admin dapat mengaktifkan atau menonaktifkan sistem.

### 3. HASIL DAN PENGUJIAN SISTEM

#### 3.1 Hasil dan pengujian hardware Sistem Kontrol dan Monitoring Kipas Angin

Setelah proses perancangan selesai, langkah selanjutnya adalah merealisasikan sistem hardware dan melakukan pengujian. Disisi hardware, komponen-komponen yang telah diintegrasikan dikemas dalam satu box seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Realisasi Hardware Sistem Kontrol dan Monitoring Kipas Angin

Pengujian pertama adalah pengujian keberhasilan RFID dalam mengaktifkan sistem kontrol kipas angin. Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 2. Hasil pengujian menunjukkan keberhasilan 100% yang bisa disimpulkan bahwa tidak ada kerusakan pada modul rfid dan rfid card.

Tabel 2. Hasil Pengujian Keberhasilan RFID

Data ke-n	Hasil	Keterangan
1	Sistem Aktif	Berhasil
2	Sistem Aktif	Berhasil
3	Sistem Aktif	Berhasil
4	Sistem Aktif	Berhasil
5	Sistem Aktif	Berhasil
6	Sistem Aktif	Berhasil
7	Sistem Aktif	Berhasil
8	Sistem Aktif	Berhasil
9	Sistem Aktif	Berhasil
10	Sistem Aktif	Berhasil
Rata-Rata Keberhasilan	-	100%

Pengujian selanjutnya adalah pengujian otomatisasi sistem kontrol kipas angin. Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan persentase keberhasilan kipas bekerja secara otomatis saat kondisi suhu ruangan kurang dari ketetapan suhu normal 26°C serta melihat kinerja kontrol kecepatan kipas ketika ada kenaikan dan penurunan suhu ruangan. Hasil pengujian bisa dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian Otomatisasi Kipas Angin

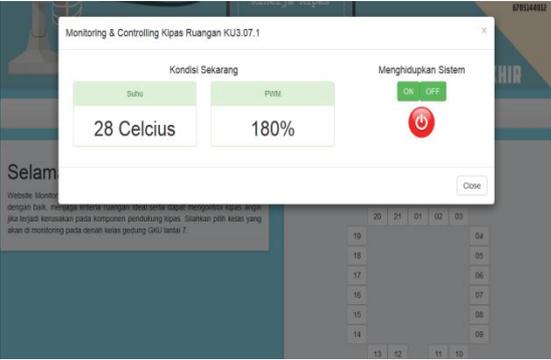
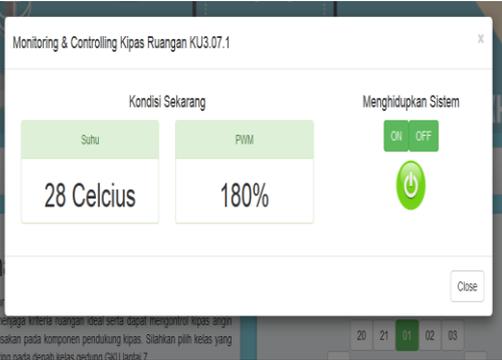
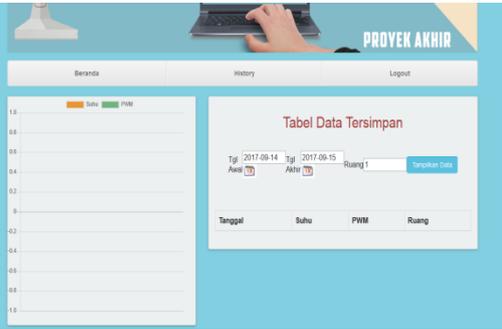
Data ke-n	Kondisi Kipas angin	Suhu	Duty Cycle	Nilai PWM Arduino	Keterangan
1	Kipas angin <i>off</i>	26°C	0%	0	Berhasil
2	Kipas angin <i>off</i>	26°C	0%	0	Berhasil
3	Kipas angin <i>off</i>	26°C	0%	0	Berhasil
4	Kipas angin <i>on</i>	27°C	14%	200	Berhasil
5	Kipas angin <i>on</i>	27°C	14%	200	Berhasil
6	Kipas angin <i>on</i>	28°C	28%	209	Berhasil
7	Kipas angin <i>on</i>	28°C	28%	209	Berhasil
8	Kipas angin <i>on</i>	29°C	42%	218	Berhasil
9	Kipas angin <i>on</i>	29°C	42%	218	Berhasil
10	Kipas angin <i>on</i>	29°C	42%	218	Berhasil
Rata-Rata Keberhasilan	-	100%			

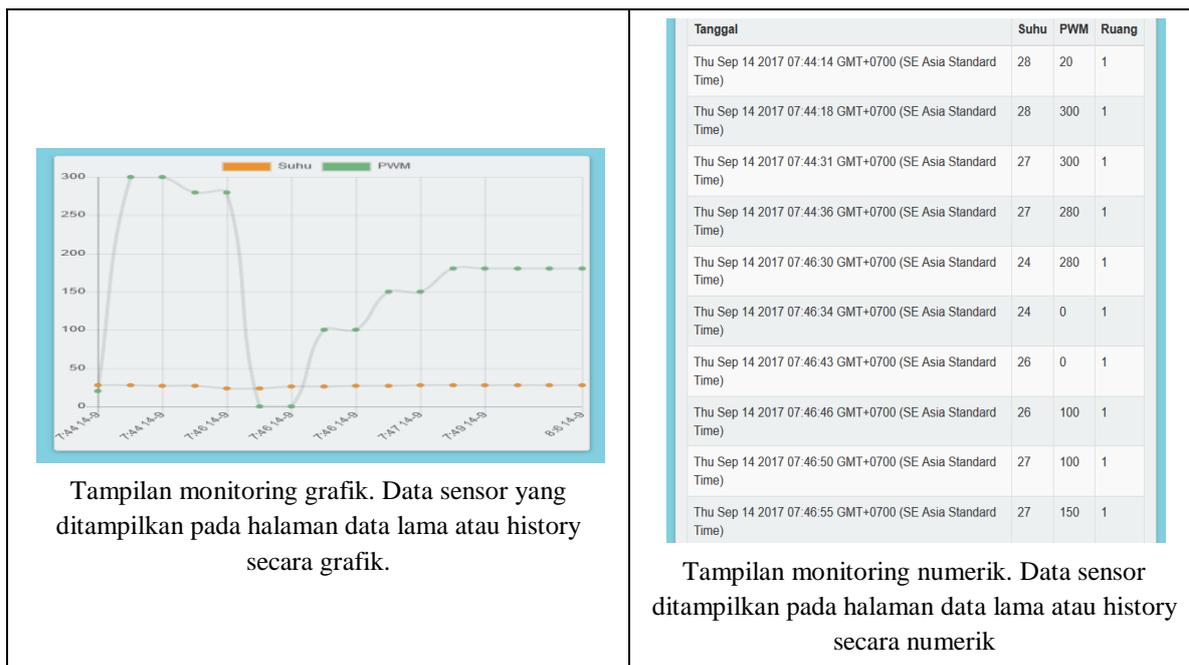
Dari hasil pengujian menunjukkan sistem otomatisasi telah berjalan dengan baik.

### 3.2 hasil dan pengujian aplikasi web *Sistem Kontrol dan Monitoring Kipas Angin*

Aplikasi web sistem monitoring kipas dirancang untuk mempermudah admin untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sistem (Controlling) serta mengamati data suhu ruangan dan kondisi kipas angin. Hasil screenshot tampilan aplikasi web sistem monitoring kipas bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Screenshot Tampilan Aplikasi Web

 <p>Tampilan awal, atau login. Admin mengisi username dan password.</p>	 <p>Tampilan beranda, berisikan informasi dan denah kelas sebagai akses monitoring maupun pembukaan sistem.</p>
 <p>Tampilan pop-up monitoring dan controlling pada halaman beranda apabila denah kelas ditekan sehingga akan menampilkan data-data terbaru dari sensor maupun alat.</p>	 <p>Tampilan controlling. Tampilan ini berisikan fitur untuk menghidupkan atau mematikan sistem</p>
 <p>Tampilan denah kelas pada halaman beranda. Setiap warna kelas akan berubah warna menjadi hijau ketika sistem aktif</p>	 <p>Tampilan data lama atau history. Merupakan halaman yang disediakan untuk menampilkan data-data berdasarkan waktu dan ruang yang ditentukan.</p>



Aplikasi web yang dibuat kemudian diuji fungsionalitasnya termasuk menguji fungsi dasarnya yaitu controlling dan monitoring. Hasil pengujian fungsionalitas aplikasi web sistem kontrol kipas angin bisa dilihat pada tabel 5. Hasil pengujian menunjukkan aplikasi web sistem kontrol dan monitoring kipas angin telah berjalan dengan baik.

Tabel 5. Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi Web

No	Nama Pengujian	Aksi	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Log In	Masukkan username & password yang benar	Masuk ke halaman beranda	Masuk ke halaman beranda	Berhasil
		Masukkan username & password yang salah	Tidak dapat masuk ke halaman beranda.	Tidak dapat masuk ke halaman beranda.	Berhasil
		Masukkan salah satu username atau password	Tidak dapat masuk ke halaman beranda. Menampilkan keterangan "please fill out this field"	Tidak dapat masuk ke halaman beranda. Menampilkan keterangan "please fill out this field"	Berhasil
2	Monitoring	Klik salah satu denah kelas	Dapat melakukan monitoring secara numerik	Melakukan monitoring secara numerik	Berhasil
3	Monitoring Data Lama / History	Memilih menu history dan menentukan tanggal	Menampilkan semua data berdasarkan data yang ditentukan secara numeric dan grafik	Data ditampilkan secara numerik dan grafik sesuai tanggal	Berhasil
4	Pembukaan Sistem (Controlling)	Menekan tombol ON/OFF pada pop-up denah kelas	Alat yang di kontrol ON/OFF	Alat yang di kontrol ON/OFF	Berhasil

#### 4.KESIMPULAN

Telah dirancang dan direalisasikan suatu sistem kontrol dan monitoring kipas angin yang dikhususkan peruntukannya di ruang kelas. Sistem bisa diaktifkan menggunakan dua cara yaitu dengan RFID di masing-masing kelas atau dengan menggunakan aplikasi web yang bisa dilakukan oleh admin. Saat sistem aktif, putaran kipas bisa dikontrol kecepatannya dengan memanfaatkan sensing dari sensor suhu. Di sisi aplikasi juga admin bisa melakukan monitoring suhu ruang kelas dan kondisi kipas angin. Hasil pengujian baik itu hardware maupun aplikasi web menunjukkan sistem telah berjalan dengan baik dengan prosentase keberhasilan 100%. Diharapkan sistem ini bisa meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan sistem pendingin di kelas yang menggunakan kipas angin.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarinda, Arlik, Sudarti, Subiki. 2017. “Analisis Perubahan Suhu Ruangan Terhadap Kenyamanan Termal Di Gedung 3 Fkip Universitas Jember”*Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol 6 No. 3
- [2] Haynes, B.P. 2008. “The Impact of Office Comfort on Productivity”.*Journal of Facilities Management*, 6, 37-51.
- [3] SNI. 2001. Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. Jakarta: BSN
- [4] Andista, Aris Cahya Ramadhon, Mas Sarwoko Suraatmadja, Angga Rusdinar. 2016. “Rancang Bangun Pengendali Motor Kipas Angin Dengan Menggunakan Metode Logika Fuzzy Dan Image Processing”. *e-Proceeding of Engineering* : Vol.3, No.1
- [5] Irene, Shendy Langi, Janny O. Wuwung, Arie S. M. Lumenta. 2014. “Kipas Angin Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Suhu” *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*
- [6] Parhan, Joni, Rahmat Rasyid. 2018. “Rancang Bangun Sistem Kontrol Kipas Angin dan Lampu Otomatis di Dalam Ruang Berbasis Arduino Uno R3 Menggunakan Multisensor”. *Jurnal Fisika Unand* Vol. 7, No. 2
- [7] Fadhlán Nuran Ghani, 2012. Pulse Width Modulation (PWM). Diakses di : <http://robotic-electric.blogspot.com/2012/11/pulse-width-modulation-pwm.html>. (Diakses tanggal 5 Juli 2019 jam 10.40)