

Perancangan Alat Monitoring Air Conditioner Menggunakan Mikrokontroler Wemos

Anggoro Prasetyo Utomo ^{#1}, Nathan Adi Wirawan ^{*2}

[#]Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Jalan Dipatiukur No. 80-84, Bandung, Indonesia 40132

¹anggoro@ithb.ac.id

²nathanadiw@gmail.com

Abstract— Comfort in the classroom becomes an important factor to support the lecturing process. One type of comfort that supports the lecture process is thermal comfort. Thermal conditions in the room is influenced by many factors, one of which is air conditioner. An air conditioner monitoring tool is required to maintain thermal comfort in the room. Monitoring tools are needed to measure some important parameters that affect the thermal conditions, such as temperature, humidity, air conditioner power status, human presence, and real time clock. Therefore, this problem solving activity aims to design a monitoring tool air conditioner using Wemos microcontroller. Measurement of temperature and humidity parameters using AM2302 module, air conditioner power status using KY-003 module, human presence using HC-SR501 module, and recorded real time clock using DS3231 module. Monitoring tools are designed to store internally with SD card modules and display sensor data through the Thingspeak portal. Air conditioner monitoring equipment is tested with various thermal conditions in the room. Test results are used to determine the performance of each module. The output that can be generated by the air conditioner monitoring tool is the monitoring data that can be used as feedback to improve the thermal comfort level in the room.

Keywords— monitoring, microcontroller, sensor, data logger

Abstrak— Kenyamanan dalam ruang kelas menjadi faktor yang cukup penting untuk mendukung proses perkuliahan. Salah satu jenis kenyamanan yang mendukung proses perkuliahan adalah kenyamanan termal. Kondisi termal dalam ruangan dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah air conditioner. Untuk menjaga kenyamanan termal dalam ruangan dibutuhkan sebuah alat monitoring air conditioner. Alat monitoring dibutuhkan untuk mengukur beberapa parameter penting yang mempengaruhi kondisi termal, diantaranya temperatur, kelembapan, status power air conditioner, keberadaan manusia, serta pencatat waktu real time. Maka dari itu, pemecahan masalah ini bertujuan untuk merancang sebuah alat monitoring air conditioner dengan menggunakan mikrokontroler Wemos. Pengukuran parameter temperatur dan kelembapan menggunakan modul AM2302, status power air conditioner dengan menggunakan modul KY-003, keberadaan manusia dengan menggunakan modul HC-SR501, dan mencatat waktu real time dengan menggunakan modul DS3231. Alat monitoring dirancang agar dapat menyimpan secara internal dengan modul SD card dan menampilkan data sensor melalui portal Thingspeak. Alat monitoring air conditioner diuji coba dengan berbagai kondisi termal ruangan. Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui kinerja dari setiap modul yang digunakan untuk mengukur parameter yang ada. Melalui pemecahan

masalah ini, output yang dapat dihasilkan oleh alat monitoring air conditioner adalah data hasil monitoring yang dapat digunakan sebagai feedback untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal dalam ruangan.

Kata Kunci— monitoring, mikrokontroler, sensor, penyimpanan data

I. PENDAHULUAN

Kenyamanan dalam ruang kelas menjadi faktor yang cukup penting untuk mendukung proses perkuliahan. Menurut Wati dalam Adyatma dan Arisanty [1], kenyamanan ruangan kelas dapat berpengaruh terhadap konsentrasi dan produktivitas kegiatan pembelajaran. Salah satu jenis kenyamanan yang mendukung proses perkuliahan adalah kenyamanan termal. Sementara itu standar kenyamanan termal dari Internasional Standard, ISO 7730:1994 dalam Karyono [2], menyatakan bahwa sensasi manusia terhadap temperatur merupakan fungsi dari empat faktor iklim yaitu, suhu udara, suhu radiasi, kelembaban udara, dan kecepatan angin, serta dua faktor individu yakni, tingkat kegiatan yang berkaitan dengan tingkat metabolisme tubuh, serta jenis pakaian yang dikenakan. Berdasarkan faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal, parameter yang umum digunakan adalah temperatur udara dan kelembapan udara. Berikut adalah tabel batas kenyamanan termal menurut SNI 03-6572-2001 [3]:

TABEL I
BATAS KENYAMANAN TERMAL MENURUT SNI 03-6572-2001

	Temperatur Efektif (TE)	Kelembaban/RH (%)
Sejuk Nyaman	20,5°C TE - 22,8°C TE	50%
Ambang Atas	24°C TE	80%
Nyaman Optimal	22,8°C TE - 25,8°C TE	70%
Ambang Atas	28°C TE	
Hangat Nyaman	25,8°C TE - 27,1°C TE	60%
Ambang Atas	31°C TE	

Dalam sebuah ruangan kelas pada umumnya terdapat *air conditioner* atau pendingin udara yang membuat kenyamanan termal tetap dalam kondisi yang nyaman. Temperatur yang dihasilkan oleh *air conditioner* biasanya ditunjukkan oleh *remote air conditioner*. Namun sering kali terjadi perbedaan antara temperatur yang diatur pada *air conditioner* dengan temperatur ruangan sehingga kondisi termal menjadi tidak nyaman. Hal ini kerap kali terjadi di ruangan kelas di ITHB. Keluhan yang sering dirasakan oleh mahasiswa maupun dosen saat proses belajar adalah temperatur ruangan yang tidak dingin. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kemampuan *air conditioner* untuk mendinginkan ruangan, perbandingan kapasitas *air conditioner* dengan ukuran ruangan, keberadaan manusia di dalam ruangan, intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan, ventilasi udara dalam ruangan, waktu penggunaan ruangan, dan lain sebagainya.

Karena begitu pentingnya kenyamanan termal dalam ruangan bagi kesehatan manusia, langkah awal untuk melakukan pemecahan masalah ini adalah dengan melakukan *monitoring* kondisi termal ruangan. Dalam melakukan *monitoring* kondisi termal ruangan dibutuhkan parameter yang dapat mengukur faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi termal. Parameter yang pada umumnya diukur untuk mengetahui kondisi termal adalah temperatur dan kelembapan. Untuk memantau faktor *air conditioner* digunakan parameter status *power air conditioner* untuk mengetahui apakah *air conditioner* dalam keadaan hidup atau mati. Selain itu, dibutuhkan parameter keberadaan manusia di dalam ruangan untuk mengetahui apakah ruangan tersebut digunakan manusia atau tidak. Waktu penggunaan ruangan juga menjadi faktor yang mempengaruhi kondisi termal. Jika ruangan digunakan pada siang hari umumnya memberikan suhu radiasi yang lebih panas dibandingkan pagi hari atau sore hari.

Untuk menerapkan langkah awal tersebut dibutuhkan sebuah alat *monitoring air conditioner*. Alat tersebut dibutuhkan untuk merekam data kondisi termal secara kontinu. Dalam pemecahan masalah ini, digunakan konsep IOT (*Internet of Things*) agar dapat melakukan *monitoring* dengan mudah. Alat *monitoring* yang terhubung dengan jaringan internet memperbolehkan pengguna untuk memperoleh data dengan mudah, memantau dalam jarak yang jauh (*wireless*), melakukan pengendalian terhadap alat *monitoring*, akses data real time, dan lain sebagainya. Untuk menerapkan *monitoring* yang terhubung dengan jaringan internet, maka perlu digunakan mikrokontroler yang memperbolehkan terhubung dengan jaringan internet. Pada pemecahan masalah ini akan dilakukan perancangan alat *monitoring air conditioner* yang memberikan data hasil *monitoring* yang dapat digunakan sebagai *feedback* untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal dalam ruangan.

II. LANDASAN TEORI

A. Monitoring

Menurut Calyton dan Petry dalam Herliana dan Rasyid [4], *monitoring* didefinisikan sebagai suatu proses mengukur,

mencatat, mengumpulkan, memproses dan mengkomunikasikan informasi untuk membantu pengambilan keputusan manajemen program atau proyek. Dalam sebuah pekerjaan tentunya sebuah pengawasan atau pemantauan sangat penting demi menjaga kualitas ataupun hasil dari setiap pekerjaan untuk kemudian ditindaklanjuti. Pengertian *monitoring* juga dapat dijadikan sebagai salah satu bagian dari pengumpulan informasi maupun data yang bertujuan untuk menilai hasil yang dilakukan secara berkelanjutan dan tentunya objektif.

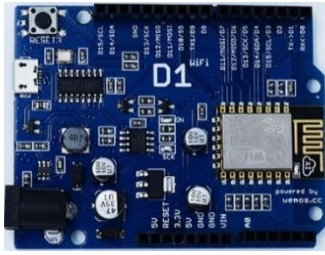
B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip IC (Integrated Circuit)*, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Disebut komputer mikro karena dalam IC atau *chip* mikrokontroler terdiri dari CPU, *memory*, dan I/O yang bisa dikontrol dengan cara memprogramnya. I/O juga sering disebut dengan GPIO (*General Purpose Input Output Pins*) yang berarti pin yang bisa diprogram sebagai *input* atau *output* sesuai kebutuhan. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang spesifik. Mikrokontroler memiliki beberapa elemen penting diantaranya adalah prosesor, memori, *input* dan *output*. Perangkat ini sangat ideal untuk mengerjakan sesuatu yang bersifat khusus, sehingga aplikasi yang diisikan ke dalam komputer ini adalah bersifat *dedicated* [5].

C. Wemos D1 R1

Wemos adalah sebuah mikrokontroler pengembangan berbasis modul mikrokontroler ESP-8266. Wemos dibuat sebagai solusi dari mahalnya sebuah sistem *wireless* berbasis mikrokontroler lainnya. Dengan menggunakan Wemos, biaya yang dikeluarkan untuk membangun sistem Wi-Fi lebih murah dan kemampuannya untuk menyediakan fasilitas konektivitas Wi-Fi dengan mudah serta *memory* yang digunakan sangat besar yaitu 4 MB. Wemos menggunakan *chipset* CH340 yang digunakan untuk mengubah USB menjadi *serial interface*. Sebagai contohnya, adalah aplikasi USB *converter to IrDa* atau aplikasi USB *converter to printer*. Dalam *mode serial interface*, CH340 mengirimkan sinyal penghubung yang umum digunakan untuk MODEM. CH340 digunakan untuk memperbesar *asynchronous serial interface* komputer atau mengubah perangkat *serial interface* umum untuk berhubungan dengan bus USB secara langsung. *Driver* atau *software* dari CH340 dapat diunduh secara gratis. Kabel USB seperti kabel data *micro USB* OTG.

Wemos menggunakan *software* Arduino baik IDE, *Library*, maupun *command* yang terdapat pada Arduino. Hanya *board* Arduino Uno harus diganti dengan Wemos D1 R1.



Gambar 1 Wemos D1 R1

Bahasa pemrograman sama seperti arduino sehingga fungsi *setup pin* dan fungsi *loop* sama [6].

Berikut ini adalah spesifikasi teknis dari mikrokontroler Wemos D1 R1 [6]:

1. 11 digital input/output pins,
2. 1 analog input (maksimal input 3.2V)
3. Micro USB connection
4. Power jack, 9-24V power input.
5. Kompatibel dengan Arduino
6. Kompatibel dengan nodemcu
7. Operating Voltage: 3.3V
8. Digital I/O Pins: 11
9. Analog Input Pins: 1(Max input: 3.2V)
10. Clock Speed: 80MHz/160MHz
11. Flash: 4M bytes
12. Panjang: 68.6mm
13. Lebar: 53.4mm
14. Bobot: 25g

D. Software Arduino IDE

Dalam melakukan pemrograman untuk menjalankan fungsi mikrokontroler dibutuhkan *software* Arduino IDE. *Software* Arduino IDE merupakan *software* khusus untuk mikrokontroler Arduino yang dapat diunduh secara gratis melalui *website* <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Pada halaman web tersebut pilih versi *software* yang sesuai dengan sistem operasi yang dimiliki. Setelah mengunduh *software* tersebut langkah selanjutnya adalah melakukan instalasi [5].

E. Langkah-langkah Perancangan Alat

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan perancangan alat adalah sebagai berikut:

1. Desain Alat Monitoring

Pada tahap ini dilakukan penentuan kebutuhan alat *monitoring* yang akan dirancang. Alat *monitoring* dibutuhkan untuk menjalankan fungsi-fungsi sebagai berikut:

- a. Mendeteksi temperatur ruangan
- b. Mendeteksi kelembapan ruangan
- c. Mendeteksi status *power air conditioner* (kondisi *air conditioner* dalam keadaan menyala atau mati).
- d. Mendeteksi keberadaan manusia melalui inframerah tubuh manusia.
- e. Mencatat waktu *real time*.
- f. Menyimpan seluruh data hasil *monitoring*

- g. Menampilkan seluruh data hasil *monitoring*
- h. Hasil *monitoring* dapat dipantau secara *wireless* dan *real time*.

Selanjutnya dilakukan penentuan perangkat apa saja yang diperlukan untuk memenuhi fungsi-fungsi yang dibutuhkan yang akan dijelaskan pada bab III.

2. Perancangan Hardware

Pada tahap ini sudah ditentukan perangkat apa saja yang diperlukan serta langkah-langkah perakitan perangkat tersebut. Alat *monitoring* yang akan dirancang menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1. Dalam melakukan perancangan alat *monitoring* setiap parameter yang diukur memiliki modul sensornya masing-masing. Modul merupakan sub sistem yang dapat terintegrasi dengan mikrokontroler. Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai *layout* instalasi alat *monitoring*, rangkaian elektrik, dan desain kemasan prototipe

3. Perancangan Software

Pada tahap ini dilakukan inisialisasi penggunaan *software* Arduino IDE, pembuatan kode yang digunakan untuk masing-masing sensor yang dipasang, serta persiapan Thingspeak yang digunakan sebagai platform IOT. Seluruh program yang dirancang akan dijalankan oleh mikrokontroler Wemos sebagai prosesor. Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk merancang *software* adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan pemasangan *driver board* Wemos D1 R1 dengan cara memasukkan “http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json” pada kolom *Additional Boards Manager URLs* di menu *preferences* yang terdapat pada *toolbar file*.
- b. Memasang *library* tambahan yang tidak terdapat pada *software* Arduino *default* dengan cara mengunduhnya di *website* GitHub.
- c. Mencari kode program yang sesuai untuk setiap masing-masing modul yang digunakan pada *example Software* Arduino IDE. Selain itu kode program dapat ditemukan juga di berbagai forum Arduino.
- d. Menggabungkan kode program untuk masing-masing modul ke dalam satu program, memodifikasi kode program agar sesuai dengan proses kerja alat yang dibutuhkan.
- e. Melakukan verifikasi kode untuk mengetahui apakah kode program dapat dijalankan Wemos atau tidak.

4. Pengujian Program

Setelah perancangan *software* dilakukan, langkah selanjutnya adalah menjalankan program dan melihat *output* dari alat *monitoring*. Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai pengujian program alat *monitoring*. Alat *monitoring* dirancang agar dapat menampilkan data serta menyimpan data. Pengujian program dilakukan untuk mengetahui alur proses kerja

alat. Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan pengujian alat *monitoring air conditioner* adalah sebagai berikut:

- Setiap program untuk modul yang digunakan diuji coba satu per satu.
- Seluruh program dan modul yang digunakan digabungkan menjadi satu sistem lalu diuji coba.
- Pengujian program penyimpanan data hasil *monitoring* dengan modul *micro SD card* diuji coba.
- Pengujian program Wi-Fi dan aplikasi Thingspeak di *web* diuji coba dengan seluruh modul yang sudah terpasang pada mikrokontroler Wemos D1 R1.
- Setelah seluruh modul dan program sudah rampung, alat *monitoring* diuji coba dengan melihat *output* yang dihasilkan di Thingspeak dan *micro SD card*.

III. PERANCANGAN

Langkah-langkah perancangan alat *monitoring* dibagi kedalam 4 bagian, yaitu desain alat *monitoring*, perancangan *hardware*, dan pengujian program.

A. Desain Alat Monitoring

Berdasarkan kebutuhan yang ada, maka penentuan perangkat dibagi ke dalam enam perangkat, yaitu mikrokontroler, modul temperatur dan kelembapan, modul sensor gerak PIR, modul sensor status *power air conditioner*, modul *real time clock*, dan modul penyimpanan data.

1. Mikrokontroler

Pada saat melakukan penentuan mikrokontroler terdapat tiga pilihan yang dipertimbangkan untuk perancangan alat *monitoring*, yaitu mikrokontroler Raspberry, Wemos, dan Arduino. Agar dapat menentukan mikrokontroler yang dapat memenuhi kebutuhan perancangan, ketiga pilihan di bandingkan kedalam Tabel II. Berdasarkan tabel perbandingan mikrokontroler, pemecahan masalah ini menggunakan Wemos D1 R1 karena jumlah pin yang sesuai dengan kebutuhan modul yang ada, kapasitas *memory* penyimpanan program yang cukup besar sehingga memungkinkan untuk pengembangan program lebih lanjut, mikrokontroler dapat diprogram dengan *Software Arduino IDE* sehingga memudahkan pemrograman setiap modul, alternatif *power supply* dapat menggunakan *Barrel Plug* yang umum digunakan untuk alat elektronik, memiliki fitur Wi-Fi yang memungkinkan *monitoring* jarak jauh, serta kisaran harga yang lebih murah dibandingkan dengan Raspberry Pi Zero W.

TABEL II
PERBANDINGAN MIKROKONTROLER YANG DIPERTIMBANGKAN

	Raspberry Pi Zero W	Wemos D1 R1	Arduino Uno
Flash Memory	4MB	4MB	32KB
Jumlah Pin	40 Pin	12 Pin	14 Pin
Konektivitas Wi-Fi	Ada	Ada	Tidak
Kompatibel dengan <i>Software Arduino IDE</i>	Tidak	Ya	Ya
Alternatif <i>Power Supply</i>	Micro USB port, USB port, GPIO pin	Micro USB port, Barrel Plug	USB type B port, Barrel Plug
Kisaran Harga	Rp 400.000	Rp 100.000	Rp 70.000

TABEL III
EROR PENGUKURAN SENSOR SUHU

No.	Sensor	Error (%)
1	LM35	4,69
2	DHT11	3,12
3	DHT22	1,96
4	DS18B20	1,6

Sumber: Kurnia Utama [7]

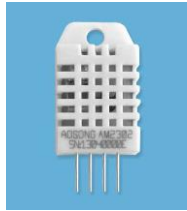
2. Modul Termometer dan Kelembapan

Untuk pemilihan modul sensor temperatur dan kelembapan digunakan hasil penelitian dari Kurnia Utama [7]. Isi penelitiannya membandingkan kinerja dari 4 sensor dan hasilnya disajikan ke dalam Tabel III.

Sensor yang dapat membaca temperatur sekaligus kelembapan pada Gambar 2 adalah DHT11 dan DHT22 (AM2302). Melalui Tabel III dapat disimpulkan bahwa sensor temperatur dan kelembapan yang memiliki eror paling minimum adalah DHT22 atau disebut juga AM2302. Maka dalam pemecahan masalah ini digunakan modul AM2302 sebagai sensor temperatur dan kelembapan.

3. Modul Sensor Gerak PIR

Modul sensor gerak PIR dibutuhkan untuk mendeteksi gerakan manusia yang ada di dalam ruangan. Dalam pemecahan masalah ini ditentukan jenis modul yang digunakan untuk mendeteksi sensor gerak (Gambar 3) adalah HC-SR501. Modul ini dilengkapi dengan pengaturan waktu jeda deteksi 3 detik hingga 5 menit, pengaturan sensitivitas jarak deteksi hingga 7 meter, serta *trigger selection jumper* yang digunakan untuk mengatur pemacu waktu jeda.



Gambar 2 Modul AM2302
Sumber: Aosong Product Manual AM2302



Gambar 3 Modul HC-SR501
Sumber: henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and-input/arduino-hc-sr501-motion-sensor-tutorial



Gambar 5 Modul RTC DS3231
Sumber: laskarduino.cz/vstupni-periferie-ostatni/133002-rtc-hodiny-realneho-casu-ds3231-at24c32-iic.html



Gambar 6 Modul Micro SD Card
Sumber: <http://www.electronics-lab.com/project/interfacing-arduino-micro-sd-card-module/>

4. Modul Sensor Status Power Air Conditioner

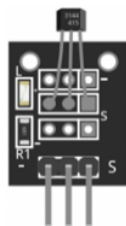
Modul sensor status *power air conditioner* dibutuhkan untuk mengetahui keadaan *power air conditioner*. Dalam pemecahan masalah ini dipertimbangkan dua mekanisme untuk melihat status *power air conditioner*, yaitu sensor voltase dan sensor medan magnet. Dalam pemecahan masalah ini digunakan sensor medan magnet atau yang disebut *hall-magnetic field* jenis KY-003 seperti pada Gambar 4. Dengan menggunakan sensor ini pemasangan sensor lebih mudah dan tidak perlu membongkar kabel listrik *air conditioner*.

5. Modul Real Time Clock

Dalam perancangan alat *monitoring* ini digunakan modul *real time clock* untuk mengetahui data waktu *real time* saat data sensor diperoleh. Maka dari itu, dalam pemecahan masalah ini ditentukan modul yang dapat memberikan data waktu secara *real time* adalah modul DS3231 seperti pada Gambar 5.

6. Modul Penyimpanan Data

Modul penyimpanan data digunakan untuk menyimpan seluruh data sensor yang dihasilkan dari alat *monitoring*. Melalui pemecahan masalah ini ditentukan jenis modul penyimpanan data menggunakan modul *micro SD card* seperti pada Gambar 6.



Gambar 4 Modul KY-003

Setelah menentukan perangkat yang akan digunakan dalam melakukan perancangan alat *monitoring air conditioner*, selanjutnya adalah menentukan topologi alat yang digambarkan pada Gambar 7.

B. Perancangan Hardware

Pada tahap ini dijelaskan mengenai *layout* instalasi alat *monitoring*, rangkaian elektrik alat *monitoring*, serta desain kemasan alat *monitoring*.

1. Menentukan *layout* instalasi alat *monitoring*

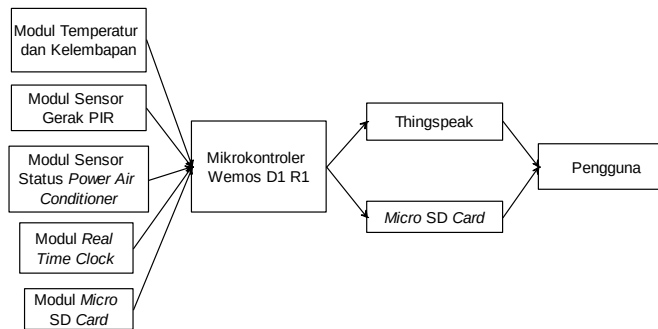
Perancangan alat *monitoring air conditioner* memerlukan beberapa perangkat keras dibagi ke dalam prosesor, sensor, dan alat pendukung. Berdasarkan hasil pertimbangan perangkat yang dibutuhkan pada bagian desain alat *monitoring*, perangkat yang dibutuhkan untuk merancang alat *monitoring* tersusun atas komponen-komponen sebagai berikut dengan *layout* instalasi alat *monitoring* seperti pada Gambar 8:

- Modul AM2302 (sensor temperatur dan kelembapan)
- Modul KY-003 (sensor *hall-magnetic field*)
- Modul HC-SR 501 (sensor PIR)
- Modul *Real Time Clock*
- Baterai CR2032
- Modul *Micro SD Card*
- Micro SD Card*
- Wemos D1 R1
- Adapter 9V 1A
- Breadboard
- Kabel *jumper* secukupnya
- Satu buah magnet keping

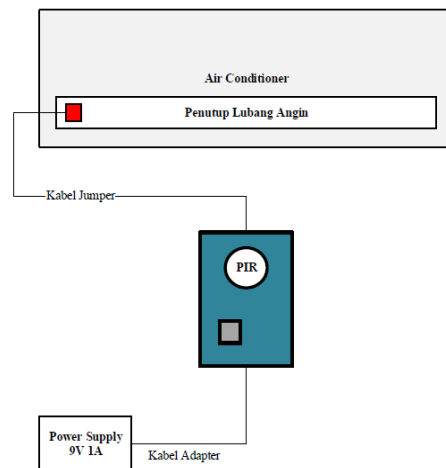
2. Merancang rangkaian elektrik

Pada tahap ini dijelaskan mengenai rangkaian elektrik alat *monitoring* menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1 dengan rangkaian elektrik yang digambarkan pada Gambar 9.

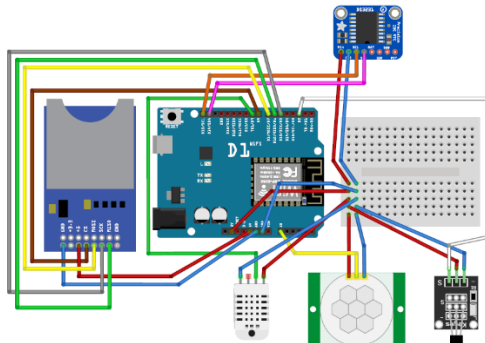
Perancangan Alat Monitoring Air Conditioner Menggunakan Mikrokontroler Wemos



Gambar 7 Topologi Alat Monitoring Air Conditioner



Gambar 8 Layout Instalasi Alat Monitoring



Gambar 9 Rangkaian Elektrik

TABEL IV
KONFIGURASI PIN MODUL SENSOR TEMPERATUR DAN KELEMBAPAN (AM2302) (1)

Pin AM2302 / Sensor Temperatur dan Kelembapan (Kode pin pada modul sensor)	Pin ESP-8266 (Kode pin yang ditampilkan di belakang board Wemos)	Kode <i>Signal</i> Pin (Kode pin yang digunakan untuk dideklarasikan pada <i>software</i>)	Pin Wemos (Kode pin yang ditampilkan di atas <i>board</i> Wemos)
GND	GND	-	GND

TABEL V
KONFIGURASI PIN MODUL SENSOR TEMPERATUR DAN KELEMBAPAN (AM2302) (2)

Pin AM2302 / Sensor Temperatur dan Kelembapan (Kode pin pada modul sensor)	Pin ESP-8266 (Kode pin yang ditampilkan di belakang board Wemos)	Kode <i>Signal</i> Pin (Kode pin yang digunakan untuk dideklarasikan pada <i>software</i>)	Pin Wemos (Kode pin yang ditampilkan di atas board Wemos)
<i>Signal</i>	GPIO2	2	D9
VCC	5V	-	5V

TABEL VI
KONFIGURASI PIN MODUL SENSOR STATUS POWER AIR CONDITIONER (KY-003)

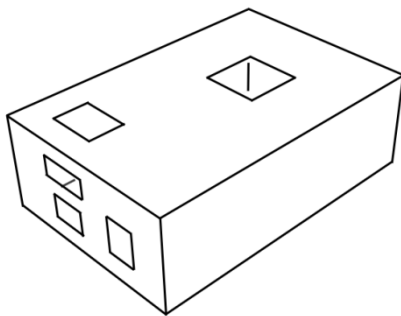
Pin KY-003 / Sensor Status Air Conditioner (Kode pin pada modul sensor)	Pin ESP-8266 (Kode pin yang ditampilkan di belakang board Wemos)	Kode <i>Signal</i> Pin (Kode pin yang digunakan untuk dideklarasikan pada <i>software</i>)	Pin Wemos (Kode pin yang ditampilkan di atas board Wemos)
GND	GND	-	GND
<i>Signal</i>	GPIO12	12	D6
VCC	5V	-	5V

TABEL VII
KONFIGURASI PIN MODUL SENSOR GERAK PIR (HC-SR501)

Pin HC-SR501 / Sensor Gerak PIR (Kode pin pada modul sensor)	Pin ESP-8266 (Kode pin yang ditampilkan di belakang board Wemos)	Kode <i>Signal</i> Pin (Kode pin yang digunakan untuk dideklarasikan pada <i>software</i>)	Pin Wemos (Kode pin yang ditampilkan di atas board Wemos)
GND	GND	-	GND
<i>Signal</i>	GPIO13	13	D7
VCC	5V	-	5V

3. Desain Kemasan Alat

Sebagian besar komponen dari alat *monitoring* adalah komponen elektronik yang rentan rusak jika tidak dilindungi. Hal ini dikarenakan perakitan rangkaian elektrik yang tidak permanen atau dapat dengan mudah dibongkar. Maka dari itu, diperlukan sebuah kemasan yang dapat melindungi komponen alat *monitoring*. Desain prototipe menggunakan kemasan dari bahan karton dupleks. Desain prototipe dirancang dengan tersusun rapat, dan simpel. Bentuk kemasan juga disesuaikan dengan posisi modul yang terpasang pada mikrokontroler. Dimensi prototipe memiliki ukuran 12 cm x 8 cm x 4 cm. Desain kemasan alat akan dijelaskan pada Gambar 10.

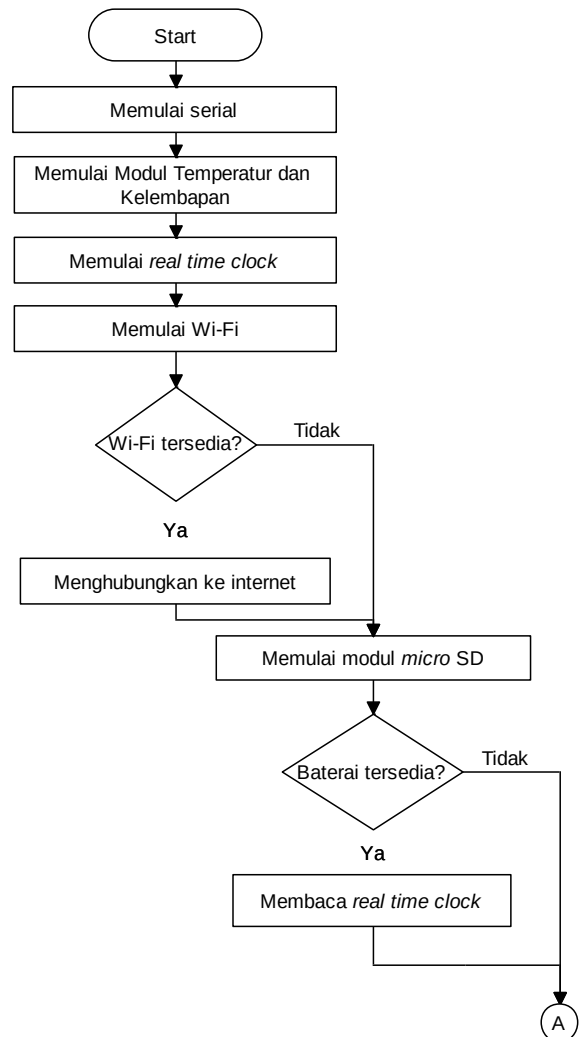


Gambar 10 Proyeksi Orthogonal Desain Kemasan Alat

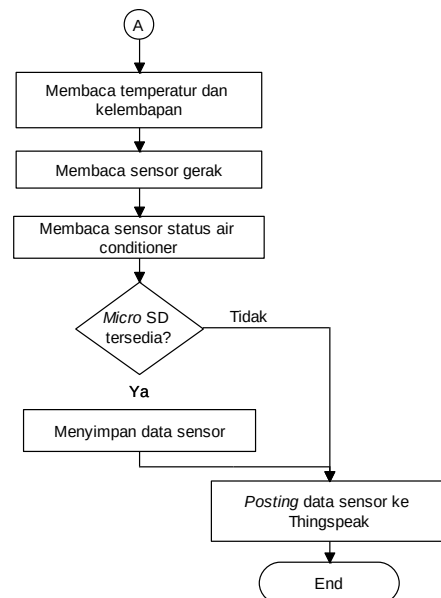
C. Pengujian Program

Pada tahap ini dijelaskan mengenai alur proses program yang dijalankan oleh alat *monitoring air conditioner*. Hasil pengolahan data sensor ditampilkan melalui serial monitor pada software Arduino IDE, Thingspeak, serta disimpan di *micro SD card*. Alur proses program alat *monitoring* dapat dilihat pada Gambar 11.

Ketika alat monitoring diaktifkan maka alat monitoring akan menghubungkan ke serial monitor, mengaktifkan setiap modul yang terpasang, dan menghubungkan modul Wi-Fi ke internet. Kondisi terhubung internet maupun tidak, Wemos akan memeriksa baterai RTC. Jika baterai tersedia maka Wemos akan membaca *real time clock*, jika tidak Wemos akan melanjutkan membaca sensor temperatur, kelembapan, sensor gerak PIR, dan sensor status *power air conditioner*. Selanjutnya Wemos akan memeriksa ketersediaan *micro SD* pada modulnya, jika tersedia maka hasil pembacaan seluruh sensor akan disimpan pada *micro SD card*, jika tidak tersedia maka Wemos akan melanjutkan ke proses pengiriman data sensor ke Thingspeak. Pengiriman ke Thingspeak akan berhasil jika Wemos terhubung dengan *internet*. Pemeriksaan koneksi akan dilakukan kembali jika SSID yang didaftarkan pada *software Arduino* terdeteksi oleh modul Wi-Fi Wemos.



Gambar 11 Diagram Alir Proses Program



Gambar 12 Diagram Alir Proses Program (2)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan diuji dengan melakukan percobaan alat *monitoring* pada berbagai kondisi termal ruangan. Hasil *monitoring* kemudian dibandingkan dengan termometer analog dan *digital* untuk mengetahui kinerja dari sensor temperatur dan kelembapan. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali di ruangan yang berbeda-beda. Pengujian pertama dilakukan di ruang kelas berkapasitas 30 orang. Alat diperiksa melalui hasil data sensor yang ditampilkan di Thingspeak. Pengujian kedua dilakukan di laboratorium komputer ITHB. Alat diuji selama 8 jam tanpa henti, data temperatur dan kelembapan dibandingkan dengan termometer *digital*. Pengujian ketiga dilakukan di kamar berukuran 3 m x 3 m, dan ruangan *sport hall* ITHB untuk mengukur kondisi termal antara 22°C hingga 31°C. Melalui kondisi tersebut dibandingkan data alat *monitoring* dengan termometer analog dan digital. Kinerja alat *monitoring* dilihat berdasarkan analisis eror pembacaan temperatur dan kelembapan. Pada tahap ini juga dilakukan kalibrasi sensor temperatur dan kelembapan pada alat *monitoring air conditioner* yang dirancang.

A. Sensor Temperatur dan Kelembapan

Kinerja sensor temperatur dan kelembapan diuji dengan membandingkan hasil pembacaan alat *monitoring* dengan alat pembanding (termometer analog dan digital). Hasil dibandingkan dengan cara mencari selisih antara alat *monitoring* dengan termometer pembanding. Berikut akan dijelaskan rumus yang digunakan untuk mencari tahu selisih antara temperatur alat *monitoring* dengan alat pembanding:

$$\Delta = M - \frac{(A+D)}{2} \quad (1)$$

Keterangan:

- Δ : Selisih data
- M : Hasil pembacaan alat *monitoring*
- A : Hasil pembacaan termometer analog
- D : Hasil pembacaan termometer digital

Hasil pembacaan sensor temperatur dan kelembapan oleh modul AM2302 berdasarkan pengujian kondisi ketiga dijelaskan pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13 Grafik Akurasi Sensor Temperatur Terhadap Temperatur



Gambar 14 Grafik Akurasi Sensor Kelembapan Terhadap Temperatur

Melalui grafik selisih data kelembapan dapat diketahui bahwa data kelembapan yang dihasilkan oleh alat *monitoring air conditioner* berfluktuasi. Garis tren pada gambar 5.12 menunjukkan rata-rata eror pembacaan temperatur alat *monitoring*. Alat *monitoring* membaca temperatur lebih rendah sekitar -0,1% RH dibandingkan dengan rata-rata pembacaan temperatur alat pembanding.

Melalui hasil pengujian ini, ditemukan bahwa data temperatur dan kelembapan memiliki selisih yang dapat dikatakan konstan. Maka dari itu perlu dilakukan kalibrasi dengan metode mencari rata-rata fraksi. Jika pembacaan alat *monitoring* menunjukkan data temperatur lebih tinggi dibandingkan data alat pembanding, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{\theta} = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{Y_i}{X_i}}{n} \quad (2)$$

Jika pembacaan alat *monitoring* menunjukkan data lebih rendah dibandingkan data alat pembanding, maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{\theta} = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{X_i}{Y_i}}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

- $\bar{\theta}$: Rata-rata fraksi data
- n : Jumlah data
- X_i : Hasil pembacaan alat *monitoring*
- Y_i : Hasil pembacaan alat pembanding

Perhitungan dilakukan pada data selisih antara temperatur dan kelembapan alat *monitoring* dengan alat pembanding. Ditemukan rata-rata fraksi data temperatur adalah 0,985740536 dan rata-rata fraksi data kelembapan adalah 1,001469604. Rata-rata fraksi data digunakan untuk kalibrasi alat *monitoring air conditioner* dengan cara memasukkan nilai rata-rata fraksi data ke dalam kode.

B. Sensor Status Power Air Conditioner

Sensor ini menyatakan kondisi AC apakah dalam keadaan hidup atau mati. Data yang muncul hanya dalam angka "0" (nol) untuk kondisi mati, dan angka "1" untuk kondisi hidup. Sensor ini menggunakan modul KY-003 yang menangkap medan magnet sebagai *trigger* sensor. Jika kondisi AC mati, maka magnet dan sensor akan menempel satu sama lain dan mendefinisikan menjadi data "0" (nol), dan sebaliknya jika

berjauhan maka sensor akan mendefinisikan kondisi tersebut menjadi data “1” (satu).

C. Sensor Gerak PIR (Passive Infrared)

Sensor ini menyatakan kondisi di mana ruangan dalam keadaan dihuni oleh manusia atau tidak. Sensor ini hanya menangkap gerakan manusia. Jika di dalam ruangan ada keberadaan manusia tetapi sensor tidak menangkap adanya gerakan atau perubahan inframerah, maka sensor akan mendefinisikan kondisi tersebut tidak ada keberadaan manusia. Data hanya terdiri dari angka “1” untuk kondisi adanya gerakan manusia, dan angka “0” untuk kondisi di mana tidak ada gerakan manusia.

D. Status Keberhasilan Penyimpanan Data

Data status keberhasilan penyimpanan data (*storage success status*) merupakan hasil dari pemrograman modul *micro SD card*. Jika data yang dihasilkan bernilai “1” (satu) artinya data sensor telah berhasil disimpan ke dalam *micro SD card*. Jika bernilai “0” (nol) artinya penyimpanan data sensor gagal. Maksud gagal di sini memiliki dua kemungkinan, diantaranya *memory* sudah penuh, atau *micro SD card* tidak terpasang.

E. Status Baterai RTC (Real Time Clock)

Data status baterai RTC adalah data yang menyatakan apakah daya baterai RTC dalam kondisi siap digunakan atau sudah habis. Jika data bernilai “1” (satu) maka baterai siap digunakan. Jika bernilai “0” (nol) maka baterai sudah habis atau tidak terpasang.

F. Rekomendasi Penempatan Modul

Modul yang telah diuji memiliki kriteria penempatan masing-masing. Berdasarkan hasil pengujian, ditentukan usulan posisi untuk meningkatkan efektivitas modul. Berikut adalah rekomendasi penempatan masing-masing modul:

1. Modul sensor temperatur dan kelembapan
Modul ini ditempatkan pada atap pusat ruangan dan jauh dari lampu ruangan atau sumber panas lain. Hal ini bertujuan agar sensor dapat mendeteksi kondisi termal yang dirasakan juga oleh penghuni ruangan.
2. Modul sensor gerak PIR
Modul ini ditempatkan pada atap pusat ruangan agar dapat mendeteksi gerakan manusia tanpa terhalang benda. Hal ini berkaitan dengan sensitivitas jarak deteksi yang dimiliki sensor gerak PIR yaitu sejauh 7 meter, sehingga perlu posisi yang dapat mendeteksi ruangan secara keseluruhan.
3. Modul sensor status *power air conditioner*
Modul ini ditempatkan di sisi kiri atau kanan penutup lubang *air conditioner*.
4. Modul *micro SD*
Modul ini ditempatkan dekat dengan jangkauan tangan agar *micro SD* dapat diambil dan dipasang dengan mudah.

G. Feedback Alat Monitoring

Output yang dihasilkan dari alat *monitoring* dibagi menjadi dua yaitu data yang ditampilkan oleh Thingspeak dan data yang tersimpan di *micro SD card* dalam format .TXT Data yang disimpan dalam format .TXT dapat dipindahkan ke dalam Microsoft Excel untuk dapat di analisis. Analisis yang dapat di olah melalui data hasil *monitoring* adalah *Feedback* dari data tersebut harus diolah secara manual melalui Microsoft Excel. Setelah memindahkan data dari format *file .TXT* ke dalam Microsoft Excel, data sensor dapat dianalisis melalui data temperatur dan kelembapan untuk menentukan kondisi termal dalam ruangan. kondisi termal dalam ruangan dapat ditentukan dengan cara membandingkan temperatur dan kelembapan hasil *monitoring* dengan tabel batas kenyamanan termal menurut SNI 03-6572-2001. Sehingga dapat ditentukan kondisi termal temperatur dan kelembapan hasil *monitoring*. Selanjutnya data kondisi termal dapat digunakan untuk menentukan ruangan mana yang perlu dilakukan tindakan lanjut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pemecahan masalah yang telah dilakukan dalam merancang alat *monitoring air conditioner* menggunakan mikrokontroler Wemos, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Melalui pemecahan masalah yang dilakukan, prototipe alat *monitoring air conditioner* yang dirancang menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R1 menggunakan beberapa modul, diantaranya adalah modul AM2302 yang digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembapan ruangan, modul KY-003 yang digunakan untuk mengukur status *power air conditioner*, modul HC-SR501 yang digunakan untuk mengukur keberadaan manusia melalui inframerah tubuh manusia, modul *real time clock* DS3231 yang digunakan untuk menampilkan data waktu *real time*, dan modul *micro SD card* yang digunakan untuk melakukan penyimpanan data hasil *monitoring*. Alat *monitoring* dirancang agar dapat dipantau melalui portal IOT Thingspeak.
2. Melalui analisis hasil pengujian alat *monitoring air conditioner* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:
 - a. Sensor status *power air conditioner* yang menyatakan hidup atau matinya *air conditioner* hanya dapat berfungsi jika *air conditioner* memiliki penutup lubang angin yang berfungsi dengan baik. Sensor status *power air conditioner* memberikan data “AC State = ON” saat *air conditioner* dinyalakan, dan memberikan data “AC State = OFF” saat *air conditioner* dimatikan. Modul yang dipasangkan pada penutup lubang *air conditioner* harus disesuaikan dengan jarak celah.
 - b. Sensor temperatur alat *monitoring* memiliki rata-rata kesalahan pembacaan temperatur 0,4°C lebih tinggi dibandingkan rata-rata data alat pembanding. Kemudian dilakukan kalibrasi

- dengan mencari rata-rata fraksi data temperatur. Hasil rata-rata fraksi dengan nilai 0,985740536 dimasukkan ke dalam kode untuk memunculkan data temperatur pada *software* Arduino IDE.
- c. Sensor kelembapan alat *monitoring* memiliki rata-rata kesalahan pembacaan kelembapan 0,1% RH lebih rendah dibandingkan rata-rata data alat pembanding. Kemudian dilakukan kalibrasi dengan mencari rata-rata fraksi data temperatur. Hasil rata-rata fraksi dengan nilai 1,001469604 dimasukkan ke dalam kode untuk memunculkan data temperatur pada *software* Arduino IDE.
 - d. Sensor gerak PIR dapat memberikan data “motion = detected” yang artinya modul mendeteksi adanya gerakan manusia dalam jarak jangkauan sensor. Jika di dalam jarak jangkauan terdapat keberadaan manusia dan sensor tidak mendeteksi adanya gerakan, maka sensor gerak PIR akan memberikan data “motion = ended” yang artinya tidak mendeteksi gerakan manusia.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Aienna, S. Adyatma and D. Arisanty, “Kenyamanan Termal Ruang Kelas di Sekolah Tingkat SMA Banjarmasin Timur,” *Jurnal Pendidikan Geografi*, pp. 1-12, 2016.
- [2] T. H. Karyono, “Penelitian Kenyamanan Termis di Jakarta Sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia Indonesia,” *Dimensi Teknik Arsitektur*, vol. 29, no. 1, pp. 24-33, 2001.
- [3] D. T. Istiningrum, L. Arumintia, M. Mukhlisin and M. T. Rochadi, “Kajian Kenyamanan Termal Ruang Kuliah Pada Gedung Sekolah C Lantai 2 Politeknik Negeri Semarang,” *Wahana Teknik Sipil*, vol. 22, no. 1, pp. 1-16, 2017.
- [4] A. Herliana and P. M. Rasyid, “Sistem Informasi Monitoring Pengembangan Software Pada Tahap Development Berbasis Web,” *Jurnal Informatika*, vol. III, no. 1, pp. 41-50, April 2016.
- [5] M. F. Wicaksono and Hidayat, Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino Disertai 23 Proyek, termasuk Proyek Ethernet dan Wireless Client Server, Bandung: Informatika Bandung, 2017.
- [6] WEMOS Electronics, “D1 (An Arduino UNO Compatible wifi board based on ESP8266EX),” 10 March 2017. [Online]. Available: <https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1>.
- [7] Y. A. Kurnia Utama, “Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini,” *e-Jurnal NARODROID*, vol. 2, no. 2, pp. 145-150, 2016.
- [8] D. Nedelkovski, “Arduino and DS3231 Real Time Clock Tutorial,” [Online] Available: <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-ds3231-real-time-clock-tutorial/>. [Accessed 10 July 2018].
- [9] H. Bench, “Arduino HC-SR501 Motion Sensor Tutorial,” 14 May 2018. [Online]. Available: <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-sensors-and-input/arduino-hc-sr501-motion-sensor-tutorial/>.
- [10] Ttkrllab (Tukker-Lab), “Arduino KY-003 Hall magnetic sensor module,” 7 May 2016. [Online]. Available: https://tkkrlab.nl/wiki/Arduino_KY-003_Hall_magnetic_sensor_module.
- [11] vcc2gnd.com, “DHT22 (AM2302) Digital Capacitive Relative Humidity & Temperature Sensor Module,” 19 April 2014. [Online]. Available: http://blog.vcc2gnd.com/2014/04/dht22-am2302-digital-capacitive_19.html.
- [12] Arduino Modules, “KY-003 Hall Magnetic Sensor Module,” 10 May 2016. [Online]. Available: <https://arduinomodules.info/ky-003-hall-magnetic-sensor-module/>.
- [13] Indoware - Electronic Online Store, “Micro SD Card Modul SPI Antarmuka Mini card reader TF,” indo-ware, [Online]. Available: <https://www.indo-ware.com/produk-2735-micro-sd-card-modul-spi-antarmuka-mini-card-reader-tf.html>. [Accessed 10 July 2018].
- [14] A. F. Jaya, M. A. Murti and R. Mayasari, “Monitoring dan Kendali Perangkat Pada Ruang Kelas Berbasis Internet Of Things (IOT),” *e-Proceeding of Engineering*, pp. 22-31, 2018.
- [15] Suwardi, Monitoring Kecepatan Angin berbasis Web, Batam: Politeknik Negeri Batam, 2017.
- [16] R. L. Palimbunga, Sistem Monitoring Keasaman Air Berbasis Jaringan Nirkabel WIFI IP, Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, 2017.

Anggoro Prasetyo Utomo, lahir pada tahun 1981 di Surakarta, menerima gelar sarjana Teknik dari Institut Teknologi Bandung, Jurusan Teknik Industri pada tahun 2005, dan gelar Magister Teknik Industri dari Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik dan Manajemen Industri pilihan Rekayasa Sistem Perusahaan pada tahun 2009. Saat ini aktif sebagai dosen pengajar di Prodi Teknik Industri Institut Teknologi Harapan Bangsa dan menjabat sebagai Deputy Direktur Akademik Bidang Operasional di Institut Teknologi Harapan Bangsa. Penulis juga merupakan seorang *trainer* SAP GBI, BPI, dan TERP10. Minat penelitian pada bidang *Enterprise Resource Planning*, Manajemen Rantai Pasok, dan Manajemen Sumber Daya Manusia.

Nathan Adi Wirawan, kelahiran kota Ciamis, 6 November 1996. Penulis menyelesaikan studi S1 di Institut Teknologi Harapan Bangsa pada tahun 2018.