

PERANCANGAN MONITORING STASIUN CUACA DAN KUALITAS UDARA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Design Monitoring Weather Station and Air Quality Based On Internet of Things (IoT)

Br. Aufa Hudan Nasrullah ¹, Agus Ganda Permana, Ir., M.T.², Dadan Nur Ramadan, S.Pd., M.T.³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University

¹beny.nasrullah@gmail.com, ²agusgandapermana@ymail.com ³dadan.nr@gmail.com

Abstrak

Cuaca dan udara yang bersih adalah hal yang penting untuk menunjang kinerja kehidupan manusia dalam kegiatan sehari-hari, akan tetapi pada saat ini cuaca dan udara sekitar semakin hari semakin menuju kondisi yang memprihatinkan. Hal ini disebabkan dampak globalisasi dan banyaknya pencemaran udara. Dengan fluktuasi cuaca seperti di atas masyarakat akan kesulitan dalam mengamati cuaca yang nantinya akan mereka gunakan sebagai acuan dalam berbagai macam kegiatan mereka. Pencemaran udara dapat diakibatkan karena adanya kegiatan industri dan banyaknya pembakaran sampah terbuka. Hal ini sangat mengkhawatirkan karena asap yang dikeluarkan dari pembakaran sampah sangat berbahaya bagi kesehatan masyarakat.

Oleh karena itu pada proyek akhir ini telah dikembangkan sistem monitoring cuaca dan kualitas udara berbasis web. Sistem ini memiliki enam sensor yaitu sensor suhu dan kelembaban, tekanan udara, arah angin, kecepatan angin, curah hujan, dan karbon monoksida. Sehingga sistem ini dapat menampilkan parameter cuaca dan kualitas udara yang dapat diakses oleh semua orang dengan menggunakan jaringan internet.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan pada pengujian fungsionalitas semua sensor sudah berjalan sebagaimana mestinya, rata-rata kesalahan data sensor DHT11 sebesar 0.63% untuk suhu dan 3.2% untuk kelembaban, sensor BMP180 sebesar 7.46%, sensor kecepatan angin sebesar 37.9%, sensor curah hujan 0% karena tidak terjadi hujan pada waktu pengujian dan sensor arah angin dari 13 kali percobaan terjadi 3 kali kesalahan. Sistem ini memiliki delay 2.08 untuk mengirim data dari perangkat ke database dan web monitoring.

Kata Kunci : *weather station, cuaca, udara, mikrokontroler.*

Abstract

Weather and clean air are important to support the performance of human life in daily activities. But at this time the weather and clean air are getting more and more in a bad condition. This is due to the impact of globalization and the amount of air pollution. With weather fluctuations as above, people will have difficulty in observing the weather which they will use as a reference in their various activities. Air pollution can be caused by industrial activities and the amount of open waste burning. This is very worrying because the smoke released from burning trash is very dangerous for public health.

Therefore, this final project has developed a web-based weather and air quality monitoring system. This system has six sensors, namely temperature and humidity sensors, air pressure, wind direction, wind speed, rainfall and carbon monoxide. So that will be able to present parameter weather and the air quality accessible to all persons by using the internet network.

From the results of the testing that has been carried out show testing functionality are all sensor has been running as well as it should. The average DHT11 sensor data error is 0.63 % for temperature and 3.2% for humidity, the BMP180 sensors is 7.46 %, the wind speed sensor is 37.9 %, the rainfall sensor is 0% because there was no rain during the test, and the wind direction of 10 attempts occurs 3 times error. This system has a delay of 2.08 to send data from the device to the database and web monitoring.

Keywords: *weather station, weather, air, microcontroller*

1. Pendahuluan

Cuaca dan udara yang bersih adalah hal yang penting untuk menunjang kinerja kehidupan manusia dalam kegiatan sehari-hari, akan tetapi pada saat ini cuaca dan udara di sekitar semakin hari semakin menuju kondisi yang memprihatinkan. Hal ini disebabkan dampak dari globalisasi dan banyaknya pencemaran udara. Dengan fluktuasi kondisi seperti di atas menjadikan masyarakat sulit untuk mengetahui kondisi cuaca disekitar yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam berbagai pekerjaan mereka, dan dengan banyaknya pencemaran udara disekitar akan menimbulkan gangguan kesehatan pernafasan pada masyarakat.

Oleh karena itu dalam proyek akhir ini telah dibuat suatu alat yang bisa digunakan untuk melihat parameter cuaca dan kondisi udara di lingkungan sekitar serta akan ditampilkan dalam situs web berupa angka dan grafik agar mudah diakses dan dipahami oleh masyarakat. Pada saat ini situs web dirasa dapat memberikan informasi yang lebih efektif karena dapat diakses dimanapun, dan kapanpun melalui jaringan internet.

Perancangan sistem ini sebelumnya sudah diimplementasikan di Gunung Tangkuban Perahu dengan judul proyek akhir "Implementasi Telemetri Pengamatan Profil Cuaca dan Kualitas Udara di Gunung Tangkuban Perahu" yang keluarannya berupa nilai parameter cuaca dan kualitas udara yang ditampilkan di dalam aplikasi berbasis Graphical User Interface (GUI).[10] Berbeda dari perancangan sebelumnya, pada perancangan kali ini didalam sistem pemantauannya menggunakan web dan berbasis Internet of Things (IoT), yang mana penelitian sebelumnya menggunakan aplikasi yang harus di pasang terlebih dahulu di dalam komputer agar bisa digunakan.

Dengan terciptanya alat ini diharapkan bisa membantu dan mempermudah masyarakat dalam mengamati cuaca dan udara di daerah tertentu guna untuk memperlancar aktivitas keseharian mereka.

2. Dasar Teori

2.1 Automatic Weather Station

Automatic Weather Station adalah serangkaian sensor sensor parameter cuaca yang disusun secara bersamaan dan secara otomatis sensor akan mengambil data parameter yang ada. Data tersebut akan dikumpulkan menjadi satu dan diolah sesuai dengan kebutuhan.[5] Pada umumnya Automatic Weather Station mempunyai beberapa sensor antara lain :

- a. Termometer untuk mengukur suhu
- b. Anemometer untuk mengukur arah dan kecepatan angin
- c. Hygrometer untuk mengukur kelembaban
- d. Barometer untuk mengukur tekanan udara
- e. Rain Gauge untuk mengukur intensitas curah hujan

Setelah data diolah, data akan dimanfaatkan sesuai dengan penggunaannya seperti : meteorologi penerbangan, pertanian, maritim, dan lain sebagainya [9].

2.2 Karbon Monoksida

Karbon monoksida adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Ia terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen.

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah pengembangan terbaru dari teknologi yang memungkinkan untuk mengkoneksikan beberapa perangkat cerdas seperti *smartphone*, dan peralatan lainnya yang bisa terkoneksi dengan internet menjadi satu. IoT dalam berbagai bentuknya telah mulai diaplikasikan pada banyak aspek kehidupan manusia.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler secara sederhana merupakan susunan dari prosesor, memori, dan I/O yang tersusun dalam satu chip sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai *miniprocessor* yang di desain untuk bekerja sesuai kebutuhan sistem. Mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman *assembly* sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem.

2.5 Firebase

Firebase adalah BaaS (Backend as a Service) yang saat ini dimiliki oleh Google. Firebase ini merupakan solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempermudah pekerjaan *Mobile Apps Developer*[11]. Dengan adanya

Firestore juga dapat dibuatkan menjadi perantara Teknologi IoT. Firestore menawarkan kemudahan kepada para pengembang perangkat lunak dalam membangun aplikasi yang lebih baik melalui seluruh fitur komplementernya. Seluruh fitur dikemas dalam sebuah SDK Firestore tunggal sehingga dengan kemudahan yang ditawarkan para pengembang perangkat lunak dapat fokus untuk memecahkan masalah melalui perangkat lunak yang dibuatnya dan tidak menghabiskan banyak waktu dalam membangun infrastruktur yang kompleks.

2.6 Wemos D1

Wemos merupakan salah satu arduino compatible development board yang dirancang khusus untuk keperluan IoT. Wemos menggunakan chip SoC WiFi yang cukup terkenal saat ini yaitu ESP8266. Cukup banyak modul WiFi yang menggunakan SoC ESP8266. Namun Wemos memiliki beberapa kelebihan tersendiri yang menurut saya sangat cocok digunakan untuk Aplikasi IoT

2.7 Sensor

Sensor adalah detektor yang memiliki fungsi untuk mengukur atau mendeteksi beberapa jenis kualitas fisik yang terjadi, seperti gerakan, cahaya ataupun tekanan.

1. DHT 11

Sensor DHT11 adalah sensor untuk mensensing objek suhu dan kelembapan pada 1 modul yang dimana memiliki output sinyal digital yang sudah terkalibrasi.

2. BMP180

Sensor BMP180 adalah sensor untuk mensensing tekanan udara yang yang mempunyai tingkat akurasi yang baik, sehingga sensor ini dapat diaplikasikan pada berbagai perangkat.

3. MQ2

Sensor gas MQ2 ini digunakan untuk mengukur kualitas udara atau polusi udara menggunakan rangkaian mikrokontroler seperti Arduino. Material gas yang dideteksi oleh sensor gas MQ2 adalah gas Karbon Monoksida (CO).

4. Anemometer

Anemometer adalah sensor / alat untuk mengukur kecepatan angin, Cara kerja anemometer adalah pada saat tertiup angin, baling-baling atau mangkok yang terdapat pada anemometer akan bergerak sesuai arah angin.

5. Wind Vane Direction

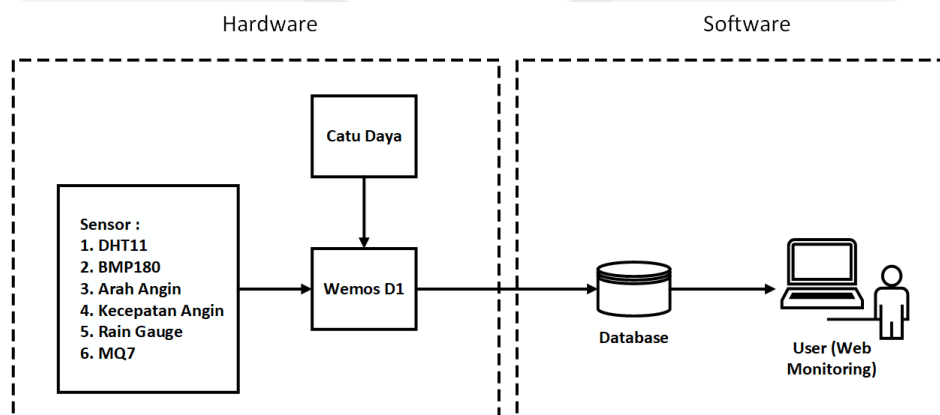
Wind Vane Direction adalah sensor / alat pengukur angin. Cara kerja dari alat ini adalah pada saat tertiup angin maka baling baling akan berputar dan menunjuk ke arah dari mana angin datang

6. Sensor Curah Hujan

Sensor curah hujan adalah sensor / alat untuk mengukur intensitas hujan selama waktu tertentu, Pada Proyek Akhir ini sensor curah hujan yang akan digunakan adalah jenis *Tipping Bucket* dengan cara kerja air hujan akan masuk melalui sensor kemudian mengisi *bucket*

3. Perancangan Sistem Dan Alat

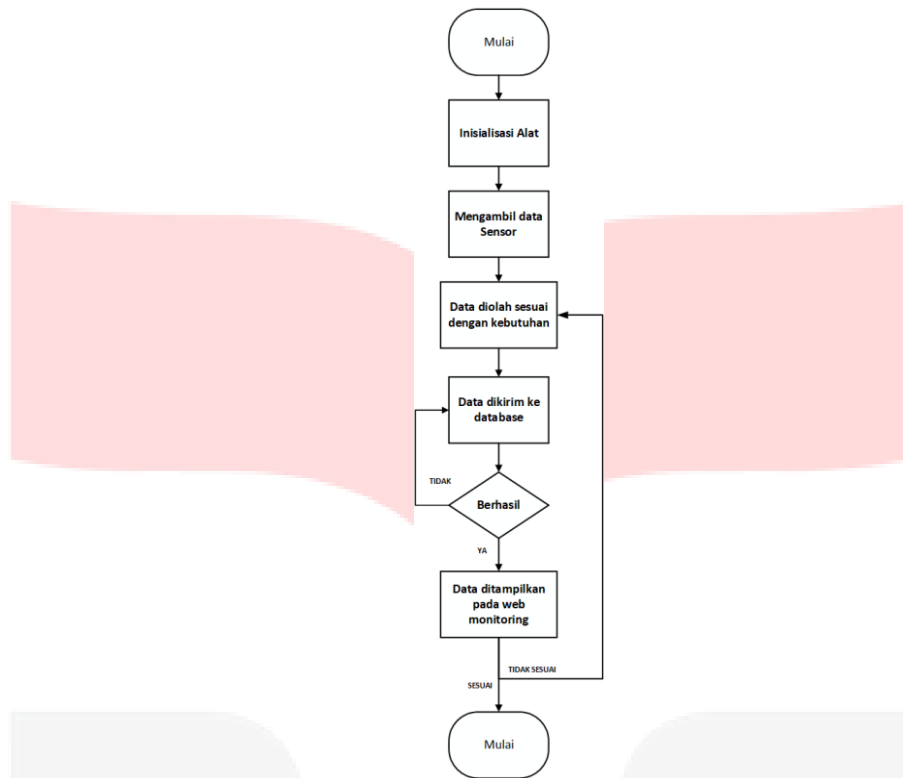
3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Perancangan sistem Proyek Akhir menggunakan mikrokontroler Wemos D1 yang berfungsi untuk mengatur masuknya data-data sensor yang didapat dari *Weather Station Kit*. Data tersebut akan diolah dan dikirimkan ke *database firebase* menggunakan jaringan *wifi* yang sudah terpasang atau terkoneksi dalam mikrokontroler, kemudian data ditampilkan pada sistem web monitoring.

3.2 Flowchart Sistem



Gambar 3.2 Flowchart Sistem

Gambar 3.2 adalah *flowchart* untuk sistem pada proyek akhir ini. Langkah pertama yaitu inisialisasi alat, mengambil data sensor, diolah dan dikirim, lalu ditampilkan pada web monitoring

4. Pengujian Sistem

4.1 Pengujian Fungsionalitas Web

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Fungsionalitas Web

No	Nama Pengujian	Aksi	Hasil Yang Diharapkan	Hasil pengujian	Status
1	Lihat grafik suhu	Klik pada angka suhu	Muncul grafik suhu	Muncul grafik suhu	Berhasil
2	Lihat grafik kelembaban	Klik pada angka kelembaban	Muncul grafik kelembaban	Muncul grafik Kelembaban	Berhasil
3	Lihat grafik arah angin	Klik pada angka arah angin	Muncul grafik arah angin	Muncul grafik arah angin	Berhasil
4	Lihat grafik kecepatan angin	Klik pada angka kecepatan angin	Muncul grafik kecepatan angin	Muncul grafik kecepatan angin	Berhasil
5	Lihat grafik tekanan udara	Klik pada angka tekanan udara	Muncul grafik tekanan udara	Muncul grafik tekanan udara	Berhasil
6	Lihat grafik curah hujan	Klik pada angka curah hujan	Muncul grafik curah hujan	Muncul grafik curah hujan	Berhasil
7	Lihat grafik karbon monoksida	Klik pada angka CO	Muncul grafik CO	Muncul grafik CO	Berhasil

Dari hasil Tabel 4.1 dengan demikian dapat disimpulkan fungsionalitas proyek akhir ini berjalan sesuai harapan untuk menjalankan sistem.

4.2 Pengujian Sensor Suhu

Tabel 4.2 Pengujian Sensor Suhu

No	Waktu	Suhu DHT11 (°C)	Termometer (°C)	Kesalahan (%)
1	07.00	18.1	18.2	0.5
2	08.00	20.8	21	0.9
3	09.00	25.4	25.6	0.7
4	10.00	27.5	27	1.8
5	11.00	41.7	41.5	0.4
6	12.00	44.9	44.7	0.4
7	13.00	47.5	47.6	0.2
8	14.00	42.2	42	0.4
9	15.00	38.4	38.2	0.5
10	16.00	34.5	34.1	1.1
11	17.00	28.8	28.7	0.3
12	18.00	25.9	25.7	0.7
13	19.00	24.8	24.9	0.4

Dari data tabel 4.2 dapat di simpulkan bahwa kesalahan pengambilan data sensor DHT11 rata rata sebesar 0.63%, hal ini mengindikasikan bahwa sensor DHT11 memiliki tingkat akurasi yang baik.

4.3 Pengujian Sensor Kelembaban

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Kelembaban

No	Waktu	Suhu DHT11 (%)	Hygrometer (%)	Kesalahan (%)
1	07.00	71	75	5.3
2	08.00	64	63	1.5
3	09.00	55	56	1.7
4	10.00	57	57	0
5	11.00	14	15	6.6
6	12.00	13	13	0
7	13.00	10	11	9.0
8	14.00	15	14	7.1
9	15.00	20	21	5
10	16.00	33	34	2
11	17.00	46	45	2
12	18.00	59	60	1
13	19.00	66	65	1

Dari data tabel 4.3 dapat di simpulkan bahwa kesalahan pengambilan data sensor DHT 11 rata rata sebesar 3,2 %. Hal ini disebabkan tingkat akurasi dari sensor DHT 11 yang baik.

4.4 Pengujian Sensor Curah Hujan

Tabel 4.4 Pengujian Sensor Curah hujan

No	Waktu	Sensor Hujan (mm)	Accuweather.com (mm)	Kesalahan (%)
1	07.00	0	0	0
2	08.00	0	0	0
3	09.00	0	0	0
4	10.00	0	0	0
5	11.00	0	0	0
6	12.00	0	0	0
7	13.00	0	0	0
8	14.00	0	0	0
9	15.00	0	0	0
10	16.00	0	0	0
11	17.00	0	0	0
12	18.00	0	0	0
13	19.00	0	0	0

Pada saat pengujian keadaan cuaca tidak hujan sehingga pembacaan sensor curah hujan perangkat dan *website* Accuweather.com adalah 0 mm.

4.5 Pengujian Sensor Arah Angin

Tabel 4.5 Pengujian Arah Angin

No	Waktu	Arah (°)	Arah	Alat Sederhana
1	07.00	180	Selatan	Selatan
2	08.00	180	Selatan	Selatan
3	09.00	315	Barat Laut	Utara
4	10.00	0	Utara	Utara
5	11.00	315	Barat Laut	Barat Laut
6	12.00	90	Timur	Timur
7	13.00	45	Timur Laut	Timur
8	14.00	135	Tenggara	Timur
9	15.00	0	Utara	Utara
10	16.00	0	Utara	Utara
11	17.00	0	Utara	Utara
12	18.00	0	Utara	Utara
13	19.00	90	Timur	Timur

Dari data tabel 4.5 dapat di simpulkan bahwa pengukuran kesalahan arah angin adalah 13:3 dari alat sederhana, dan hal ini disebabkan delay dalam pengiriman data dari sensor menuju firebase.

4.6 Pengujian Sensor MQ2

Tabel 4.6 Pengujian Sensor MQ2

Pengujian Ke	CO Sensor (ppm)	Keterangan	Status
1	45	Non Asap	Baik
2	48	Non Asap	Baik
3	51	Non Asap	Baik
4	55	Asap	Sedang
5	73	Asap	Sedang
6	77	Asap	Sedang
7	67	Asap	Sedang
8	64	Asap	Sedang
9	62	Asap	Sedang
10	58	Asap	Sedang

Dari data tabel 4.6 dapat di simpulkan bahwa sensor MQ2 sesuai dengan yang diharapkan.

4.7 Pengujian Sensor Kecepatan Angin

Tabel 4.7 Pengujian Sensor Kecepatan Angin

No	Waktu	Kecepatan Angin (m/s)	Accuweather.com (km/jam)	Accuweather.com (m/s)	Kesalahan (%)
1	07.00	0.44	4	1.11	60
2	08.00	0.89	4	1.11	19
3	09.00	0.44	4	1.11	60
4	10.00	0.89	4	1.11	19
5	11.00	1.34	4	1.11	20
6	12.00	0.44	4	1.11	60
7	13.00	0.44	4	1.11	60
8	14.00	0.89	6	1.66	46
9	15.00	1.34	6	1.66	19
10	16.00	0.89	6	1.66	46
11	17.00	1.34	6	1.66	19
12	18.00	1.34	6	1.66	19
13	19.00	0.89	6	1.66	46

Dari data tabel 4.7 dapat di simpulkan kecepatan angin saat pengujian tergolong stabil. Pada saat dilakukan validasi dengan web www.accuweather.com kesalahan pembacaan sensor kecepatan angin adalah 37.9%. Hal tersebut disebabkan karena perbedaan sensor yang digunakan dan perbedaan tempat uji coba sensor.

4.8 Pengujian Sensor Tekanan Udara

Tabel 4. 8 Pengujian Sensor Tekanan Udara

No	Waktu	Tekanan Udara (hpa)	Accuweather.com (hpa)	Kesalahan (%)
1	07.00	939.02	1012.50	7,2
2	08.00	939.06	1012.50	7,2
3	09.00	939.03	1012.50	7,2
4	10.00	938.49	1012.50	7,3
5	11.00	935.75	1012.50	7,5
6	12.00	935.39	1012.50	7,4
7	13.00	934.05	1012.50	7,7
8	14.00	933.38	1012.70	7,8
9	15.00	933.58	1012.70	7,8
10	16.00	933.95	1012.70	7,7
11	17.00	935.16	1012.70	7,4
12	18.00	935.87	1012.70	7,4
13	19.00	936.91	1012.70	7,5

Dari tabel 4.8 dapat di simpulkan bahwa sensor BMP180 berfungsi sesuai dengan rencana, dan untuk tekanan udara pada saat pengujian tergolong stabil. Pada saat dilakukan validasi terhadap situs prakiraan cuaca yaitu www.accuweather.com presentasi kesalahan cukup tinggi yaitu sebesar 7,46%. Hal tersebut disebabkan karena perbedaan sensor yang digunakan dan perbedaan tempat uji coba sensor.

4.9 Pengujian Delay

Tabel 4.9 Pengujian Delay

Sensor	Percobaan Ke - (satuan detik)					Rata rata (detik)
	1	2	3	4	5	
DHT11	2.3	1.7	1.9	1.6	2.1	1.92
BMP180	1.8	2.2	2.1	1.8	1.7	1.94
Arah Angin	2.0	2.2	2.0	2.1	1.9	2.04
Kecepatan Angin	2.5	1.8	1.8	1.9	2.0	2.00
Tekanan Udara	3.1	3.4	1.7	2.1	1.6	2.38
Karbon monoksida	3.0	2.4	2.2	1.8	1.8	2.24

Dari hasil pengujian pada tabel 4.9 diperoleh rata rata sensor DHT11 sebesar 1.92 detik, sensor BMP180 sebesar 1.94 detik, sensor Arah Angin sebesar 2.04 detik, sensor Kecepatan Agin sebesar 2.0 detik, sensor Tekanan Udara sebesar 2.38 detik dan sensor Karbon Monoksida sebesar 2.24 detik.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan pada Proyek Akhir ini adalah:

1. Wemos D1 sebagai pusat kendali perangkat telah berkerja sesuai dengan keinginan yaitu dapat mengolah data dan mengirimkannya ke database firebase

2. Sensor sudah berjalan sesuai yang harapan, dengan toleransi kesalahan sensor :
 - a. Suhu sebesar 0.63%
 - b. Kelembaban 3.2%
 - c. BMP180 sebesar 7.46%
 - d. Kecepatan Angin sebesar 37.9%
 - e. Arah Angin sebesar 30%
 - f. Curah Hujan sebesar 0%
3. Database firebase sudah terintegrasi dengan web monitoring dengan baik
4. Dari pengujian monitoring, interface web dapat menampilkan data sensor terakhir yang di ambil dari database
5. Pengujian pengiriman data dapat dikirim dengan baik secara realtime

Berdasarkan kesimpulan diatas, terdapat kendala yang mungkin dapat dikembangkan atau diperbaiki untuk kedepannya, diantaranya adalah:

1. Untuk pengembangan selanjutnya, bisa ditambahkan berbagai metode analisis prakiraan cuaca
2. Untuk pengembangan selanjutnya, untuk catuan dayanya bisa menggunakan tenaga matahari / solar cell
3. Dipastikan alat untuk memvalidasi sensor ada

Daftar Pustaka

- [1] Akrilik. Suhu dan Tekanan. <http://www.akrilikac.net/suhu-udara-2/>. Diakses pada 8 Agustus 2018
- [2] Alat Uji. Weather Station.<http://www.alatuji.com/article/detail/509/weather-station/>. Diakses 8 Agustus 2018
- [3] Badan POM. [https://www.pom.go.id/mobile/index.php/view/berita/76/ Keracunan-yang-Disebabkan-Gas-Karbon-Monoksida.html](https://www.pom.go.id/mobile/index.php/view/berita/76/Keracunan-yang-Disebabkan-Gas-Karbon-Monoksida.html)/. Diakses 22 Agustus 2018
- [4] Bapedal. Pedoman Teknis Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara. [http://www.cets-iii.org/BML/Udara/ISPU/ISPU %20\(Indeks%20Standar %20Pencemar%20Udara\).htm](http://www.cets-iii.org/BML/Udara/ISPU/ISPU%20(Indeks%20Standar%20Pencemar%20Udara).htm). Diakses pada 8 Agustus 2018
- [5] Firebase. Fitur Firebase. <https://firebase.google.com/>. Diakses pada 8 Agustus 2018
- [6] Penguji. Anemometer. <https://www.penguji.com/pengertian-anemometer-dan-jenisnya/> . Diakses pada 8 Agustus 2018
- [7] Sinuarduino. Mengenal Arduino Software (IDE). <http://www.sinuarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>. Diakses tanggal 18 Juli 2018.
- [8] Spark Fun.Weather Meter. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/weather-meter-hookup-guide/>. Diakses tanggal 8 Agustus 2018
- [9] Wemos.cc. Wemos D1. <https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1/>. Diakses 8 Agustus 2018
- [10] Wijaya, Anggara. 2015. "IMPLEMENTASI TELEMETRI PENGAMATAN PROFIL CUACA DAN KUALITAS UDARA DI GUNUNG TANGKUBAN PERAHU" , Proyek Akhir Ahli Madya Universitas Telkom.
- [11] World Meteorological Organization. 2008. "Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation". Sevent Edition:Geneva.