

Pengembangan Stasiun Mini Cuaca Berbasis Aplikasi Rainboard dan Android di Cipageran Cimahi

¹Valianda Farradillah Hakim, ²Kemas Muslim Lhaksana, ³Hilal Hudan Nuha

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹valiandafh@students.telkomuniversity.ac.id, ²kemasmuslim@telkomuniversity.ac.id,

³hilalnuha@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Semua bandara membutuhkan stasiun cuaca untuk memberikan info cuaca pada pesawat yang akan terbang dan mendarat. Namun tidak semua bandara dilengkapi stasiun cuaca yang memadai (karena berharga mahal dan ada yang mengalami kerusakan). Sedangkan bandara baru dan lama yang kecil membutuhkan keberadaan stasiun cuaca. Untuk itu penelitian ini dilakukan, yaitu mengembangkan peralatan stasiun mini cuaca yang harganya terjangkau (murah, komponen dalam negeri). Pengembangan hingga pengujian alat ini dilakukan di Cipageran Cimahi yang mewakili cuaca alam di Indonesia. Setelah melakukan beberapa pengujian diperoleh hasil data cuaca yang cukup memadai dan mendekati kondisi stasiun cuaca yang sebenarnya. Peralatan yang digunakan adalah *hardware* (Rainboard atau Arduino Uno, dan beberapa sensor komponen dalam negeri) dengan harga terjangkau dan ditampilkan datanya menggunakan aplikasi berbasis Android kemudian dibandingkan dengan data di Aplikasi alat kalibrator (heles) dan Info BMKG. Setelah dilakukannya beberapa kali pengujian maka data cuaca di sensor dan di alat kalibrator (heles) diperoleh hasil yang simetris saat naik maupun turun, saat dibandingkan dengan BMKG berbeda, karena BMKG cakupan areanya luas sedangkan untuk sensor dan alat kalibrator (heles) mengukur cuaca pada daerah setempat. Peralatan ini bisa disempurnakan lagi bila menggunakan komponen sensor yang lebih baik dan sudah di kalibrasi.

Kata Kunci – Cuaca, Rainboard, Arduino, Android, Sensor.

Abstract

All airports require a weather station to provide weather info on the aircraft that will fly and land. However not all airports are equipped with adequate weather stations (as they are expensive and some are damaged). Meanwhile, small new and old airports require the presence of weather stations. Therefore, this research was done, namely developing mini weather station equipment that is affordable (cheap, domestic components). Development until testing of this tool is carried out in Cipageran Cimahi which represents the natural weather in Indonesia. After doing some testing obtained sufficient weather data results and approached the actual weather station conditions. The equipment used is hardware (Rainboard or Arduino Uno, and some domestic component sensors) at affordable prices and displayed data using Android-based applications then compared to data in the application calibrator tool (heles) and BMKG Info. After several tests, the weather data in the sensor and in the calibrator (heles) were obtained symmetrical results when up and down, when compared to BMKG Info is different, because BMKG coverage area is wide while for sensors and calibrators (heles) measure local weather. This equipment can be refined when using better sensor components and already calibrated.

Keywords – Weather, Rainboard, Arduino, Android, Sensor

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Stasiun pengamatan cuaca terdapat di semua bandar udara yang berfungsi untuk mengukur kondisi cuaca pada saat itu secara waktu nyata (*real-time*) yang berisi informasi mengenai suhu, tekanan, kelembaban, ketinggian, kecepatan angin, arah angin, curah hujan dan jarak pandang. Informasi ini dikemas dalam format *METAR* dan dikirim melalui komunikasi radio dengan frekuensi tertentu yang diterima oleh pesawat yang akan melakukan penerbangan dan pendaratan secara periodik setiap menit. Data yang diperoleh akan menjadi pertimbangan pilot untuk terbang secara aman pada kondisi cuaca yang diizinkan.

Peralatan yang dipergunakan kebanyakan dibuat di luar negeri yang tingkat akurasinya cukup tinggi dan harganya yang cukup mahal, apabila dibuat di dalam negeri, dibutuhkan keandalan *hardware* dan *software* yang sesuai spesifikasi pada penerbangan, namun bisa dibuat juga dengan harga yang terjangkau menggunakan komponen-komponen dengan fungsi yang sama. Pembuatan stasiun pengamatan cuaca mini untuk mempelajari sebagian proses stasiun pengamatan cuaca yang sesungguhnya, data yang diamati hanya sebagian meliputi suhu, tekanan, kelembaban, kecepatan angin, arah angin, curah hujan dan jarak pandang. Diharapkan hasil data cuaca yang diperoleh dapat mendekati kondisi cuaca yang sebenarnya.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini yaitu

- Bagaimanakah cara *hardware* Rainboard atau Arduino Uno membaca beberapa modul sensor menjadi data cuaca, serta mengolahnya?
- Bagaimanakah *hardware* Rainboard atau Arduino Uno terkoneksi dan mengirim data ke jaringan internet?
- Bagaimana *hardware* Android terkoneksi ke jaringan internet dan terhubung dengan data cuaca yang dikirim oleh *hardware* Rainboard atau Arduino Uno, serta menampilkan data dalam bentuk yang mudah diamati?

1.3. Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian yang dilakukan adalah :

- Pengembangan dalam Stasiun Mini Cuaca.
- Cara mendapatkan data cuaca yang sebenarnya melalui beberapa sensor.
- Proses *hardware* melakukan pengambilan, pengolahan, pengumpulan, pengiriman, dan menampilkan data.

1.4. Tujuan

Pengembangan stasiun mini cuaca ini meneliti bagaimana *hardware* Rainboard atau Arduino Uno melakukan pengukuran data dari beberapa sensor serta mengolahnya dalam bentuk data cuaca, diperolehnya hasil pengamatan cuaca tersebut dan mengirimkannya ke jaringan Internet. Kemudian diterapkannya aplikasi berbasis Android untuk memudahkan pengambilan data dan pengamatan dalam bentuk visual.

1.5. Organisasi Tulisan

Bagian selanjutnya dijelaskan dalam Bab dua Studi Terkait mengenai studi yang mendukung dengan Topik TA seperti penjelasan hardware yang digunakan dan metode penelitian yang digunakan, setelah itu Bab tiga mengenai Rancangan Sistem seperti pemodelan dari alat, kemudian Bab Evaluasi mengenai hasil dan analisis pengujian dan yang terakhir Bab Kesimpulan mengenai kesimpulan dari hasil pengujian.

2. Studi Terkait

Penelitian ini dimulai dengan memilih peralatan yang akan diperlukan, meliputi *Board control* untuk mengolah data, sensor yang sesuai dan komunikasi jaringan sehingga bisa ditampilkan oleh aplikasi dengan baik. Pemilihan *Board Control* dipilih menggunakan *hardware* Rainboard atau Arduino Uno. Sedangkan sensor yang dipilih terdiri atas Anemometer, Curah Hujan, BMP180, DHT11., yang tersedia di pasaran komersial dengan harga yang terjangkau. Komunikasi jaringan menggunakan komponen ESP2866 dengan metode tanpa kabel (Wifi). Komunikasi data IoT di Internet memanfaatkan *server* api.thingspeaks.com yang bisa diakses oleh *board control* dan juga oleh aplikasi di Android. Aplikasi Android dipilih untuk menampilkan data supaya informatif dan bisa mengeluarkan suara. Format *METAR* dipilih sebagai acuan resmi komunikasi data cuaca.

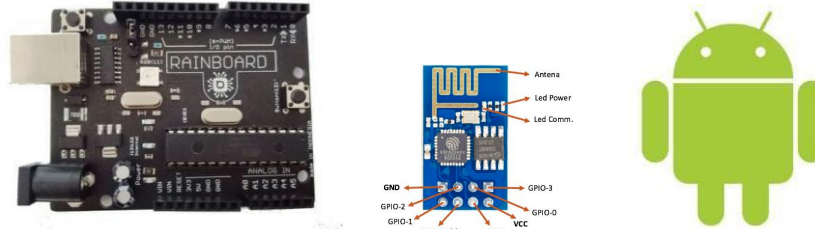
2.1. Rainboard, Modul ESP8266 Arduino dan Android

Rainboard merupakan sebuah alat untuk melakukan kegiatan kontrol data, menerima data, dan memproses data. Alat ini dilengkapi dengan *hardware interface* dan *software* IDE yang memungkinkan penggunaan alat yang multifungsi untuk berbagai kepentingan kontrol. Perangkat ini dilengkapi komponen-komponen utama yang terdiri dari *serial converter*, *microcontroller*, *power regulator*, *I/O interface*, dan *controllable hardware interface* [1].

Modul ESP8266 Arduino merupakan chip *Wi-Fi* dengan kemampuan TCP / IP penuh, papan kecil ini

memiliki Micro Controller Unit (MCU) yang terintegrasi untuk mengontrol pin digital I/O melalui pin yang sederhana dan hampir berupa *pseudo-kode* seperti bahasa pemrograman. Perangkat ini diproduksi oleh pabrikan Cina yang berbasis di Shanghai, Espressif Systems [2].

Android merupakan sistem operasi berbasis linux dan bersifat *open-source* yang didirikan oleh Android Inc oleh Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears dan Chris White pada tahun 2003. Sistem operasi ini terdapat di 2,5 Milyar perangkat aktif, mulai dari Smartphone berbasis 5G sampai ke tablet [3]. Fiturnya meliputi: Wifi Assistant, TextView Autosizing, Notification Snoozing, Pointer Capture, Etc.



Gambar 1. Rainboard, ESP8266 Arduino dan Logo Resmi Android

2.2. Anemometer, Rain detector, DHT11, dan BMP180

Anemometer adalah instrumen yang mengukur kecepatan angin dan tekanan angin. Anemometer adalah alat penting untuk meteorologis yang mempelajari pola cuaca dan juga penting bagi pekerjaan fisikawan, yang mempelajari bagaimana cara udara bergerak [4].

Sensor curah hujan (Rain detector) terdiri dari pelat deteksi hujan dengan komparator yang mengelola kecerdasan. Sensor ini mendeteksi air yang datang pendek sirkuit rekaman sirkuit yang dicetak. Sensor bertindak sebagai resistensi variabel yang akan mengubah status: resistensi meningkat ketika sensor basah dan resistansi lebih rendah ketika sensor kering [5].

Sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban. Sensor ini dilengkapi dengan NTC khusus untuk mengukur suhu dan mikrokontroler 8-bit untuk menampilkan nilai suhu dan kelembaban sebagai data serial. Sensor ini dapat mengukur suhu dari 0 °C hingga 50 °C dan kelembaban dari 20% hingga 90% dengan akurasi ± 1 °C dan $\pm 1\%$ [6].

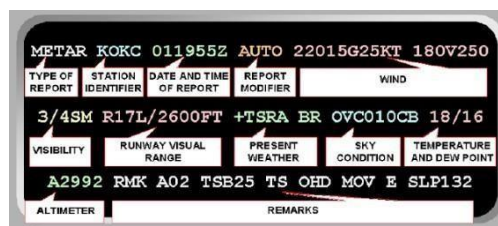
Modul BMP180 merupakan sensor untuk mengukur tekanan udara dan dirancang untuk mengukur Tekanan Barometrik atau Tekanan Atmosfer. Sensor ini juga mempunyai presisi tinggi yang dirancang untuk aplikasi konsumen [7].



Gambar 2. Anemometer, Rain detector, DHT11, dan BMP180

2.3. Format METAR

Aviation Routine Weather Report atau Format Meteorological Terminal (METAR) merupakan nama kode internasional untuk pelaporan cuaca rutin pada penerbangan. Pengamatan METAR biasanya dilakukan dan disebarluaskan setiap jam. SPECI merupakan nama kode untuk pelaporan cuaca khusus penerbangan yang dipilih yang akan dilaporkan ketika perubahan cuaca yang signifikan terhadap penerbangan diamati. Kode ini terdiri dari beberapa kelompok yang selalu berada dalam posisi relatif yang sama satu sama lain. Ketika elemen cuaca atau fenomena tidak terjadi, grup yang sesuai (atau ekstensi) dihilangkan [8].



Gambar 3. Format METAR (meteocentre.com)

2.4. Bahasa Pemrograman C dan Java

C adalah bahasa pemrograman prosedural. Awalnya dikembangkan oleh Dennis Ritchie pada tahun 1972 terutama dikembangkan sebagai bahasa pemrograman sistem untuk menulis sistem operasi. Fitur utama bahasa

C yaitu akses tingkat rendah ke memori, serangkaian kata kunci yang sederhana, dan *clean style* [9].

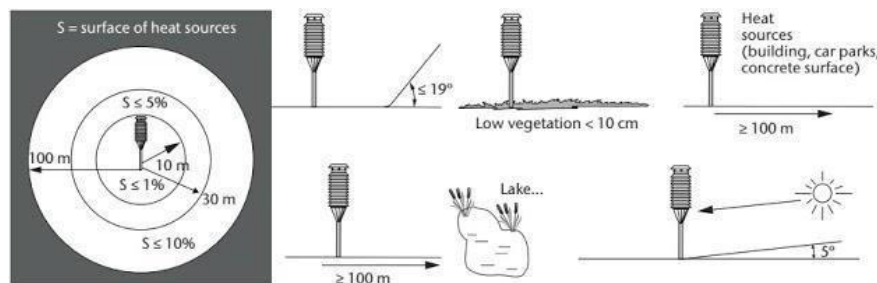
Java merupakan bahasa pemrograman yang pertama kali dirilis oleh Sun Microsystems pada tahun 1995. Ada banyak aplikasi dan situs web yang tidak akan berfungsi kecuali jika harus menginstal Java, bahasa pemrograman ini mempunyai kemampuan yang cepat, aman, dan andal [10].

2.5. Automated Airport Weather Station (AWOS)

Automated Airport Weather Station (AWOS) merupakan fasilitas navigasi udara yang mendistribusikan mengenai informasi cuaca. Terdiri dari sistem komputerisasi yang otomatis mengukur satu atau lebih parameter cuaca, menganalisa data, menyiapkan cuaca pengamatan yang terdiri dari parameter yang diukur memberikan penyebaran pengamatan dan menyiarkan pengamatan ke pilot di sekitar AWOS, biasa nyamenggunakan *very high frequency radio* (VHF) integral atau *navigational aid* (NAVAID), atau *Automatic Terminal Information Service* (ATIS) [11].

2.6. Standar Penempatan Alat Pengamat Cuaca

Standar untuk penempatan alat mengacu pada WMO 1064, dan secara khusus penempatan sensor suhu dan kelembapan klasifikasi kelas 1 dapat dilihat pada gambar 4. Jika kondisi peralatan yang tidak sesuai maka kelas klasifikasinya akan turun dari 1 ke 2 dan seterusnya sesuai kondisi lingkungan di sekitar alat cuaca dan iklim tersebut [12].



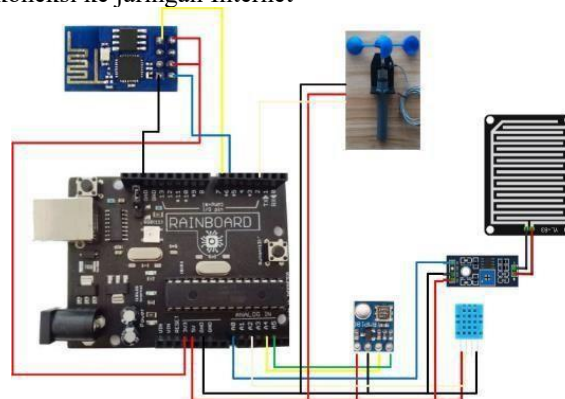
Gambar 4. Standar Pemasangan Suhu dan Kelembaban (WMO 1064)

3. Rancangan Sistem

Perancangan sistem dimulai dengan membuat skematik sistem yang tersusun atas *board control* dan beberapa sensor disesuaikan pinnya berdasarkan *datasheet* masing – masing sensor. Selanjutnya membuat pemodelan komunikasi antar *hardware* dan dilakukan pengujian *board control* dan pembuatan aplikasi Android.

3.1. Skematik Sistem

Skematik sistem dirangkai seperti gambar 13, terdiri atas hardware Rainboard atau Arduino Uno sebagai pengatur dan pengolah data, dan sensor (BMP180, DHT11, anemometer dan rain detector), serta modul ESP8266 sebagai pengantar koneksi ke jaringan Internet

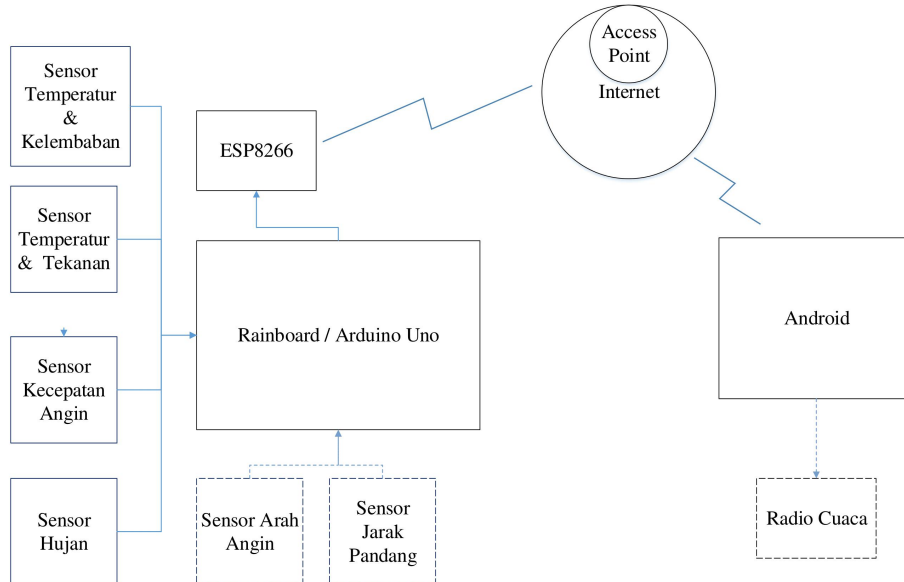


Gambar 5. Skematik Sistem Hardware

Pengujian diawali dengan memberi tegangan 5 Vdc. Program akan melakukan inisialisasi untuk mengenal modul-modul yang terpasang, kemudian program melakukan pembacaan data semua sensor, meliputi DHT11 (Temperatur, Kelembaban), BMP180 (Temperatur, Tekanan dan Ketinggian), Anemometer (Kecepatan Angin) dan Rain detector (Curah Hujan). Untuk parameter Arah Angin, dan Jarak Pandang diasumsikan konstan nilainya. Program akan mengumpulkan dan mengolah semua data secara real-time, dan dikirim ke jaringan setiap 5 detik secara lokal dan 30 detik untuk data IoT.

3.2. Pemodelan Hardware

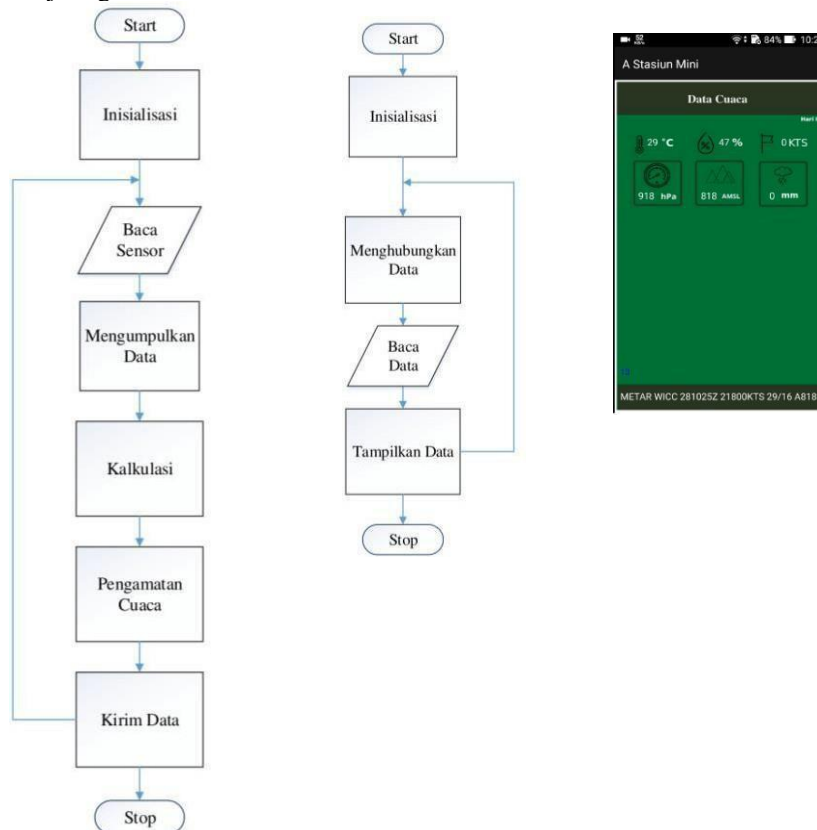
Pemodelan *hardware* Rainbord atau Arduino Uno terdiri dari DHT11 untuk mengukur temperatur dan kelembaban, BMP180 untuk mengukur temperatur tekanan dan ketinggian, Anemometer untuk mengukur kecepatan angin, dan Rain detector untuk mengukur curah hujan, sedangkan arah angin dan jarak pandang diasumsikan konstan nilainya, kemudian terdapat juga modul ESP8266 untuk mengirimkan data melalui jaringan Internet, aplikasi android dibuat untuk mengamati hasil data pengukuran cuaca.



Gambar 6. Pemodelan Hardware

3.3 Pengujian Hardware dan Android serta Tampilannya

Pengujian hardware diawali dengan inialisasi mengenal modul yang terpasang. Kemudian program melakukan pembacaan data semua sensor. Program mengumpulkan dan mengolah semua data secara *real-time*, dan dikirim ke dalam jaringan internet.



Gambar 7. Pengujian Hardware dan Android serta Tampilan Aplikasi

Aplikasi Android digunakan untuk mengambil data dari jaringan dan menampilkan data secara kontinyu, aplikasi ini berisi modul komunikasi Internet (TCP) untuk mengambil dan mengolah data. Hasil akhir berupa data METAR dalam bentuk teks yang ditampilkan dan disuarakan menggunakan modul *text-to-speech*.

Tampilan aplikasi berisi data-data cuaca hasil dari *Hardware Rainboard* yang berisi data suhu dengan satuan C (Celcius) dan Kelembaban dengan satuan % (persen), Tekanan dengan satuan hPa (Hectopascal Pressure Unit), Ketinggian dengan satuan AMSL (Above Mean Sea Level), Kecepatan angin dengan satuan KTS (Knot), dan Curah Hujan dengan satuan mm (milimeter), Arah angin dan Jarak Pandang diasumsikan nilainya konstan, terdapat juga format METAR sebagai kode cuacanya, berikut adalah detail dari kodenya :

- a. **WICC** = Kode Bandara (Bandara Husein Sastranegara)
- b. **262121Z** = Tanggal Jam Menit (dalam waktu Zulu/UTC)
- c. **21800 KTS** = Kecepatan dan Arah Angin
- d. **29/16** = Suhu / Dew-Point (Titik Embun) Rumus Dew-Point adalah sebagai berikut :

$$Tp = \left(\frac{f}{100}\right)^{\frac{1}{8}} (112 + 0,9T) + 0.1T - 112..... (1)$$

- e. A818 = Ketinggian

4. Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk mengamati hasil pengujian sesuai dengan parameter yang dibutuhkan kemudian di analisa sesuai dengan urutan pengujian sehingga diperoleh hasil yang diharapkan.

4.1. Analisa Kebutuhan

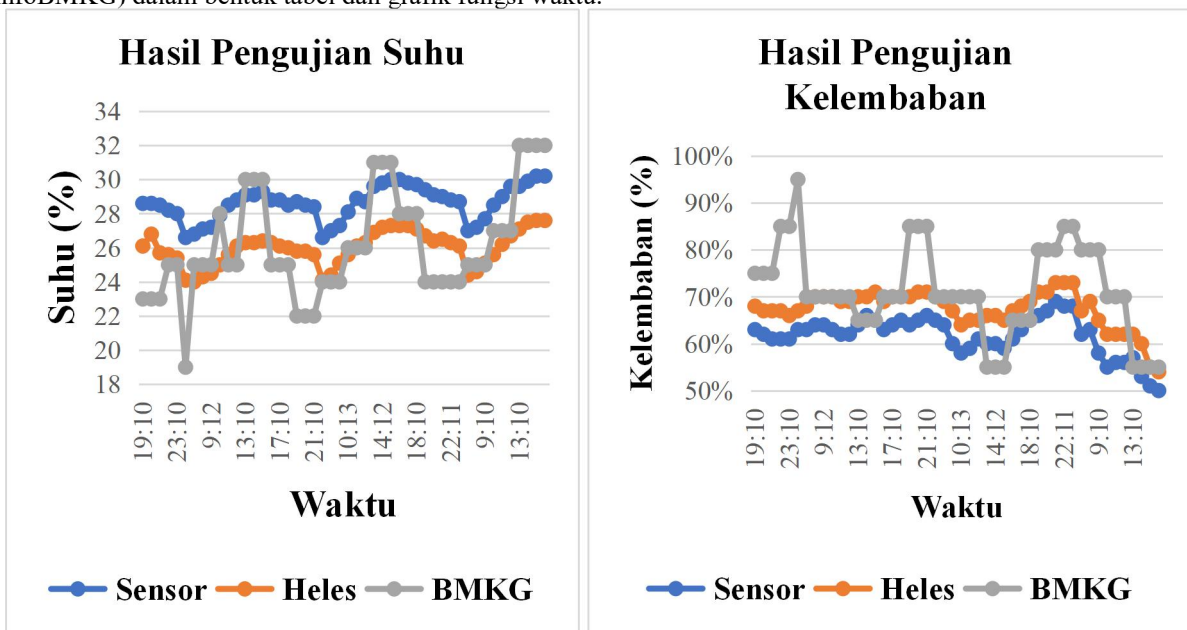
Dalam perancangan stasiun mini cuaca ini, kebutuhan alat dan parameter yang diukur adalah:

- a. Papan Kontrol meliputi Rainboard, Wifi ESP8266, dan PCB (Printed Circuit Board)
- b. Sensor meliputi DHT11, BMP180, Anemometer, dan Rain detector
- c. Parameter yang diukur meliputi Suhu, Kelembaban, Tekanan, Ketinggian, Curah Hujan, Kecepatan Angin, Arah Angin, dan Jarak Pandang

Delapan paramater tersebut diperlukan untuk memenuhi data METAR. Arah angin dan jarak pandang diasumsikan nilainya konstan (Arah Angin = 0°, Jarak Pandang = 7000 m) dan dibutuhkan juga alat Heles dan Aplikasi Info BMKG di Android untuk perbandingan datanya.

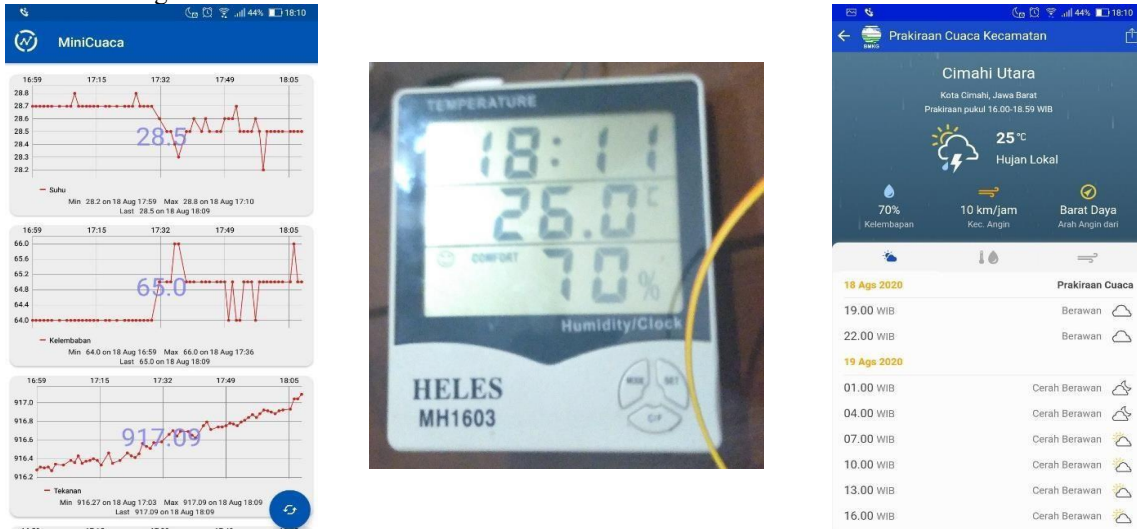
4.2. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang dilakukan selama 48 jam untuk Kelurahan Cipageran, Kecamatan Cimahi Utara pada hari Senin, 17 Agustus 2020 jam 19:10 malam sampai 23:11 malam, hari Selasa 18 Agustus 2020 jam 06:39 pagi sampai 21:11 malam, hari Rabu, 19 Agustus 2020 jam 7:21 pagi sampai jam 23:11 malam, dan yang terakhir pada hari Kamis, 20 Agustus 2020 jam 7:11 pagi sampai dengan jam 16:11 sore, bahwa terdapat data cuaca secara real-time diperbaharui setiap 1 menit dari *hardware Rainboard* atau Arduino Uno. Hasil pengukuran data (Suhu dan Kelembaban) dibandingkan dan ditampilkan dengan data lain (alat Heles dan infoBMKG) dalam bentuk tabel dan grafik fungsi waktu.



Grafik 1. Hasil Pengujian data Suhu dan Kelembaban

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian hari Selasa, 18 Agustus 2020 jam 18:11. Bertujuan untuk membandingkan data cuaca di Thingspeak, alat Heles dan Info BMKG. Hasilnya menunjukkan suhu di Thingspeak sebesar 28,5°C, di Heles 26°C, info BMKG 25°C. Data kelembaban di Thingspeak sebesar 65 %, di Heles 70% sedangkan info BMKG sebesar 70%.



Gambar 8. Hasil pengujian Alat, Heles dan BMKG

4.3. Analisis Pengujian

Analisis pengujian dilakukan dengan cara mengamati dua parameter suhu dan kelembaban yang datanya berubah setiap saat, dan juga bisa dibandingkan dengan data lain sebagai pembanding, yaitu menggunakan data BMKG dan modul kalibrator tambahan Heles. Hasilnya ditunjukkan oleh tabel berikut.

Tabel 1 Hasil Pengujian Suhu dan Kelembaban

No	Waktu	SUHU			KELEMBABAN		
		Sensor	Heles	BMKG	Sensor	Heles	BMKG
0	19:10	28,6	26,1	23	63%	68%	75%
1	20:10	28,6	26,8	23	62%	67%	75%
2	21:10	28,5	25,7	23	61%	67%	75%
3	22:13	28,2	25,6	25	61%	67%	85%
4	23:10	28	25,4	25	61%	66%	85%
5	6:37	26,6	24,1	19	63%	67%	95%
6	7:10	26,8	24	25	63%	68%	70%
7	8:10	27,1	24,3	25	64%	70%	70%
8	9:12	27,2	24,5	25	64%	70%	70%
9	10:10	27,9	25	28	63%	70%	70%
10	11:12	28,5	25,6	25	62%	69%	70%
11	12:10	28,8	26,1	25	62%	69%	70%
12	13:10	29,1	26,3	30	64%	70%	65%
13	14:10	29,1	26,3	30	66%	70%	65%
14	15:10	29,3	26,4	30	65%	71%	65%
15	16:14	28,8	26,3	25	63%	69%	70%
16	17:10	28,8	26,1	25	64%	70%	70%
17	18:10	28,5	26	25	65%	70%	70%
18	19:10	28,7	25,8	22	64%	70%	85%
19	20:16	28,5	25,8	22	65%	71%	85%
20	21:10	28,4	25,6	22	66%	71%	85%
21	7:19	26,6	24,1	24	65%	70%	70%
22	8:16	27	24,4	24	64%	69%	70%
23	9:10	27,3	25,1	24	60%	67%	70%
24	10:13	28,1	25,6	26	58%	64%	70%
25	11:11	28,9	26,1	26	59%	65%	70%
26	12:12	28,7	26,3	26	61%	65%	70%
27	13:31	29,6	26,9	31	60%	66%	55%

28	14:12	29,8	27,2	31	60%	66%	55%
29	15:10	30	27,3	31	59%	65%	55%
30	16:14	30	27,3	28	61%	67%	65%
31	17:15	29,8	27,3	28	63%	68%	65%
32	18:10	29,7	27,1	28	65%	69%	65%
33	19:10	29,4	26,7	24	66%	71%	80%
34	20:09	29,1	26,4	24	67%	71%	80%
35	21:10	29	26,5	24	69%	73%	80%
36	22:11	28,8	26,3	24	68%	73%	85%
37	23:10	28,7	26,1	24	68%	73%	85%
38	7:10	27	24,4	25	62%	67%	80%
39	8:16	27,2	24,6	25	63%	69%	80%
40	9:10	27,7	25,1	25	58%	65%	80%
41	10:10	28,5	25,6	27	55%	62%	70%
42	11:10	29	26,2	27	56%	62%	70%
43	12:10	29,6	26,7	27	56%	62%	70%
44	13:10	29,6	27,1	32	57%	62%	55%
45	14:10	29,9	27,5	32	53%	60%	55%
46	15:10	30,2	27,6	32	51%	55%	55%
47	16:10	30,2	27,6	32	50%	54%	55%
Standar Deviasi		0,99651	1,002176	3,109625	0,0419341	0,0407879	0,0978266

Dari hasil pengujian selama 48 jam diperoleh data suhu terkecil di sebesar 26,6 °C, di heles 24,0 °C dan di BMKG 19 °C. Data dengan suhu tertinggi di sensor sebesar 30,2 °C di heles 27,6 °C dan di BMKG 32 °C, Standar deviasi dari data di sensor, heles dan BMKG masing-masing sebesar 0,99651, 1,002176 dan 3,109625.

Untuk data kelembaban terkecil di sensor sebesar 50 di heles 54 % di BMKG 55 %, sedangkan data dengan kelembaban terbesar di sensor sebesar 69 % di heles 73 % dan di BMKG 95 %. Standar deviasi dari data di sensor, heles dan BMKG masing-masing sebesar 0,0419341, 0,0407879 dan 0,0978266.

Peralatan yang digunakan mampu menangkap data mentah dari sensor, kemudian diproses menjadi data matang sesuai dengan data cuaca yang sesungguhnya. Data tersebut bisa dikirim ke dalam jaringan Internet yang ada *access point* atau *wireless router*, data ditampung di sebuah *server* beralamat di *thingspeak channel* 1074679, dan bisa diakses melalui *browser* (program web) di komputer dan aplikasi khusus di Android yang mampu menampilkan data METAR yang bisa disuarakan menggunakan fasilitas *text-to-speech*.

Pengujian menggunakan *hardware* Rainboard dan dibandingkan Arduino Uno menghasilkan data cuaca yang hampir sama dan tidak berbeda, begitu pula saat pengolahan dan pengiriman data melalui komunikasi dalam jaringan sebagai bagian dari penerapan IoT (*Internet of Things*) berjalan dengan baik dan lancar, hal ini dikarenakan susunan pin dari kedua *board* (Rainboard dan Arduino Uno) hampir sama, dan program yang ditanamkan sama persis menggunakan Bahasa C lingkungan Arduino

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis data menggunakan Rainboard atau Arduino Uno dapat disimpulkan bahwa dua *hardware* bisa digunakan untuk mengamati kondisi langsung cuaca setempat. Hasil dari data di sensor bila dibandingkan dengan alat kalibrator (heles) mendekati sama, akan tetapi saat dibandingkan dengan BMKG berbeda, karena BMKG cakupan areanya luas sedangkan untuk sensor dan alat kalibrator (heles) mengukur cuaca pada daerah setempat Untuk hasil yang lebih baik perlu digunakan sensor yang lebih akurat tetapi berharga mahal serta dilakukan kalibrasi sensor.

Hasil perancangan sistem ini bisa dikembangkan lebih lanjut ke stasiun cuaca yang lebih detail dan dapat digunakan oleh bandara yang ada di Indonesia. Dibutuhkan *server* tersendiri untuk mengolah data semua stasiun cuaca agar bisa diamati di pusat.

Daftar Pustaka

- [1] "Apa itu Rainboard?", <https://rainboard.id/apa-itu-rainboard/>. [diakses 5 Des 2019].
- [2] "ESP8266 Arduino Tutorial – Wifi Module Complete Review", <http://www.geekstips.com/esp8266-arduino-tutorial-iot-code-example/>. [diakses 6 Des 2019].
- [3] "What is Android?", https://www.android.com/intl/en_au/what-is-android/. [diakses 24 Juli 2020].
- [4] "Anemometer", <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/anemometer/> [diakses 29 Juni 2020].
- [5] "How to Use a Rain Sensor", <https://create.arduino.cc/projecthub/MisterBotBreak/how-to-use-a-rain-sensor-bcecd9>. [diakses pada 29 Juni 2020]
- [6] "DHT11 Humidity And Temperature Sensor Module", <https://www.smart-prototyping.com/DHT11->

- Humidity-and-Temperature-Sensor-Module. [diakses 20 Feb 2020].
- [7] "BMP180 - Atmospheric Pressure Sensor," 29 Mar 2018, <https://components101.com/sensors/bmp180-atmospheric-pressure-sensor>. [diakses 6 Des 2019].
 - [8] "Aviation Routine Weather Report", <http://meteocentre.com/doc/metar.hstml>. [diakses 13 Nov 2019].
 - [9] "C Language Introduction", <https://www.geeksforgeeks.org/c-language-set-1-introduction/>. [diakses 5 Des 2019].
 - [10] "What is Java and why i need it?", https://java.com/en/download/faq/whatis_java.xml. [diakses 13 Nov 2019].
 - [11] AC No: 150/5220-16E, 2019, "Automated Weather Observing Systems (AWOS) For Non-Federal Applications", Federal Aviation Administration.
 - [12] WMO-No 1064, 2010, "Commission for Instruments and Methods of Observation Fifteenth session", Helsinki, World Meteorological Organization.