RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGUKUR CUACA MENGUNAKAN MINIMUM SYSTEM ARDUINO

Khoirul Fatihin¹, Joseph Dedy Irawan², Renaldi Primaswara. P.³

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
fatikhin23@gmail.com

ABSTRAK

Pengamatan unsur cuaca sangat diperlukan oleh manusia. hampir semua kalangan membutuhkannya, mulai dari instansi pemerintah, swasta, perorangan, bahkan pelajar dan mahasiswa terkadang juga membutuhkan data-data cuaca tersebut. Namun BMKG selaku penyedia data cuaca di Indonesia tidak bisa memberikan data cuaca tersebut ke sembarang orang, terlebih lagi data mentah.

Dengan perkembangan teknologi sekarang dan memanfaatkan IoT kita bisa membuat alat pengukuran cuaca dan data *logger* sendiri. data ini nantinya juga bisa bermanfaat dan diakses oleh semua orang. dengan memanfaatkan minimum sistem/mikrokontroler dan beberapa sensor-sensor, alatnya pun juga akan lebih praktis(*portable*) dan lebih murah. namun pastinya alat ini juga memiliki kekurangan seperti nilai keakuratannya yang sedikit kurang jika dibanding dengan alat ukur yang sudah ada

Sistem dan alat dapat bekerja dengan cukup baik, hal ini ditunjukkan dengan semua sensor mampu menangkap besaran fisik disekitarnya dan menampilkannya pada *website* monitoring. Meskipun tidak seakurat alat yang sudah ada dan memiliki nilai error.

Kata kunci : Pengukur Cuaca, IoT, Stasiun Cuaca, Sensor Cuaca, *Website*

1. PENDAHULUAN

Pengamatan unsur cuaca sangat diperlukan untuk kesejahteraan dan keperluan manusia. Unsur cuaca yang diamati akan dijadikan bahan untuk memprakirakan cuaca pada waktu yang akan datang. Data unsur cuaca ini sangat berguna untuk mengetahui klimatologi suatu daerah, sehingga manusia dapat memanfaatkan kondisi cuaca tersebut sesuai kebutuhan masing-masing pihak. Data cuaca juga bisa dimanfaatkan untuk mengurangi atau bahkan menghindari resiko akibat buruknya cuaca tersebut. selain itu data tersebut juga diperlukan untuk penelitian ataupun pembelajaran, misalnya data mining. Dengan menggunakan salah satu metode pada data mining maka akan bisa dicari pola dan prediksi cuaca.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) merupakan instansi pemerintah yang ditugaskan untuk mengamati cuaca dan memberikan prakiraan cuaca serta peringatan dini yang berhubungan dengan cuaca. Dalam proses pengamatan cuaca diperlukan *instrument* yang akan ditempatkan dalam suatu lokasi tertentu untuk mewakili kondisi lingkungan daerah sekitarnya yang disebut sebagai stasiun cuaca [1].

Namun tidak setiap daerah terjangkau oleh BMKG. Untuk mendapatkan data tersebut juga harus melewati mekanisme-mekanisme tertentu. Pada *website* BMKG sendiri data yang ditampilkan juga terbatas. Tidak semua orang bisa mengaksesnya. Untuk peneliti yang membutuhkan data ini pasti kesulitan jika di sekitar daerahnya tidak terdapat stasiun cuaca.

Dari uraian permasalahan di atas, tercipta sebuah pemikiran untuk membuat stasiun cuaca mini yang

murah dan praktis. Penulis mengambil judul rancang bangun sistem monitoring pengukur cuaca menggunakan arduino. Sistem ini nantinya mampu menyediakan data-data pengukuran cuaca dalam interval waktu tertentu dan terdapat beberapa parameter yang bisa digunakan untuk memprediksi cuaca.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Salindri Z. H. dkk dengan penelitiannya yang berjudul “Rancang Bangun *Mini Weather Station* Menggunakan Web Berbasis Arduino Atmega 2560”, telah berhasil membuat *Mini Weather Station* (MWS) yang dapat diakses melalui *website*, sehingga pengguna dapat mengetahui perubahan cuaca di suatu daerah tanpa perlu datang ke daerah tersebut. Perancangan MWS ini menggunakan mikrokontroler Arduino ATmega 2560. Parameter cuaca yang diukur pada MWS meliputi suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor SHT11, kadar gas CO₂ menggunakan sensor MQ135, kadar gas CO menggunakan sensor MQ7, tekanan udara menggunakan sensor BMP180, serta curah hujan menggunakan *tipping bucket*. Hasil pengukuran kelima buah sensor tersebut ditampilkan melalui sebuah LCD 4x20 dan *website* dengan menggunakan modul GSM SIM900. [2].

Thoyibi M. Masyud. Dkk (2018) dengan penelitiannya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengukur Cuaca Otomatis Menggunakan Arduino Dan Terintegrasi Dengan *Website*”, Penelitian ini dilatarbelakangi oleh jumlah curah hujan hingga saat ini masih banyak dilakukan secara manual dimana kesalahan akibat faktor manusia (*human error*) sering

terjadi, sementara bila dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan ketidakseimbangan lingkungan. Maka dibuatlah Mini Weather Station (MWS) dengan ukuran yang kecil (*portable*) serta konsumsi daya yang rendah. Hasil penelitian ini telah berhasil membuat suatu *prototype* yang selanjutnya dapat dikembangkan untuk keperluan kehidupan sehari-hari dalam menjalankan aktivitas untuk memantau perubahan cuaca yang tidak menentu meskipun dalam jarak jauh. [3].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Irawan, J. D. dkk (2016), Diharapkan dengan dibuatnya alat kunci elektronik menggunakan RFID nantinya dapat membantu proses pencatatan secara elektronik bagi siapa saja yang masuk ke dalam rumah, sehingga jika ada tamu yang tak diundang dapat diketahui siapa dan kapan mereka memasuki rumah atau gedung, serta dengan teknologi internet yang sudah semakin maju maka dengan memanfaatkan jaringan internet data elektronik tersebut dapat dipantau dari mana saja dengan menerapkan sistem *internet of things* (IoT). [4].

Riski Fitriani (2019) dengan penelitiannya yang berjudul “*Prototipe Pengukur Cuaca Menggunakan Arduino*” telah berhasil membuat membuat prototipe pengukur cuaca yang dapat memberikan informasi cuaca secara real time, murah, simple dan efisien. *Prototipe* yang dibuat menggunakan Arduino mega, dengan beberapa sensor pembaca cuaca seperti: sensor curah hujan, sensor suhu dan kelembapan udara, sensor arah angin, sensor kecepatan angin dan sensor tekanan absolut. Data sensor tersebut dikirim ke data center berbasis Wireless Sensor Network (WSN) menggunakan komunikasi Radio Frequency (RF) yaitu Xbee Pro S3B 900 MHz, sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya dalam proses pengiriman data.[5]

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin *input* *analog*, 16 MHz *osilator kristal*, koneksi USB, jack power, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke *adaptor-DC* atau baterai untuk menjalankannya.

Gambar 1 Arduino Uno

2.2.2 Sensor DHT 11

DHT11 adalah salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembaban udara (*humidity*). Dalam sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe *resistif* dan sebuah mikrokontroler 8-bit yang mengolah kedua sensor tersebut dan mengirim hasilnya ke pin *output* dengan format *single-wire bi-directional* (kabel tunggal 2 arah).

Gambar 2 Sensor DHT 11

2.2.3 Sensor BMP 180

Bmp180 adalah sensor tekanan barometrik (*digital barometric pressure sensor*) dari Bosch Sensortec yang berkinerja sangat tinggi yang dapat diaplikasikan pada berbagai perangkat bergerak seperti *smartphone*, komputer tablet, dan peralatan olah raga *portabel*. Sensor ini bekerja dengan menghubungkan antara mikro dengan sensor adalah melalui jalur SCL dan SDA pada kedua komponen. Prinsip kerja sensor BMP180 (khususnya dalam mengukur tekanan udara) akan mendeteksi ketinggian suatu obyek dengan memanfaatkan tekanan udara ketika sensor berada di ketinggian pada suatu tempat atau wilayah.

Gambar 3 Sensor BMP 180

2.2.4 Sensor Hujan

Sensor hujan adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi terjadinya hujan atau tidak, yang dapat difungsikan dalam segala macam aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Prinsip kerja dari module sensor ini yaitu pada saat ada air hujan turun dan mengenai panel sensor maka akan terjadi proses *elektrolisis* oleh air hujan. Dan karena air hujan termasuk dalam golongan cairan *elektrolit* yang dimana cairan tersebut akan menghantarkan arus listrik.

Gambar 4 Sensor Hujan

2.2.5 Sensor Anemometer

Anemometer merupakan sensor angin untuk mengukur kecepatan angin di sekitarnya dan juga banyak digunakan pada stasiun pengukuran cuaca.

Pengukuran kecepatan/RPM angin yang bisa digunakan ada beberapa metode yang digunakan, salah satunya menghitung waktu yang terjadi tiap munculnya sinyal pulsa

Gambar 5 Sensor Anemometer

2.2.6 Modul ESP8266

ESP8266 adalah sebuah modul WiFi yang akhir-akhir ini semakin digemari para *hardware* developer. Selain karena harganya yang sangat terjangkau, modul WiFi serbaguna ini sudah bersifat SoC (*System on Chip*), sehingga kita bisa melakukan programming langsung ke ESP8266 tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Kelebihan lainnya, ESP8266 ini dapat menjalankan peran sebagai *ad hoc* akses poin maupun klien sekaligus.

Gambar 6 Modul ESP 8266

2.2.7 Modul gps Neo-6m

Seri modul NEO-6 adalah keluarga penerima GPS yang berdiri sendiri yang menampilkan mesin pemosisian u-blox 6 kinerja tinggi. Penerima fleksibel dan hemat biaya ini menawarkan banyak pilihan konektivitas dalam paket miniatur 16 x 12.2 x 2.4 mm. Arsitekturnya yang ringkas dan opsi daya dan memori menjadikan modul NEO-6 ideal untuk perangkat seluler yang dioperasikan dengan baterai dengan batasan biaya dan ruang yang sangat ketat.

Gambar 7 Modul GPS Neo-6m

2.2.8 Iklim dan Cuaca

Cuaca adalah kondisi udara yang terjadi di suatu daerah atau wilayah dalam periode waktu tertentu. Cuaca hanya terjadi dalam waktu singkat yaitu hanya beberapa jam yang disebabkan oleh adanya perbedaan suhu dan kelembaban (tingkat kebasahan udara). Sedangkan iklim adalah kondisi rata-rata cuaca pada suatu wilayah yang sangat luas dalam periode waktu yang sangat lama. Iklim terjadi dalam waktu lama, umumnya 11-30 tahun yang disebabkan oleh letak geografis dan *topografi* suatu wilayah yang mempengaruhi posisi matahari terhadap daerah di bumi.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan Hardware

Sistem pengukur cuaca / *mini weather station* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur cuaca secara portable dengan *website* sebagai media pelaporan. Sistem ini juga menjadi salah satu solusi bagi yang membutuhkan data pengukuran cuaca untuk digunakan sebagai penelitian/pembelajaran, karena mekanisme yang tidak mudah untuk mendapatkan data pengukuran cuaca dari instansi terkait. Beberapa *hardware* yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem ini adalah Arduino uno, Sensor BMP 180, Sensor Anemometer, Sensor Hujan, Sensor Suhu dan Kelembaban, Modul GPS Neo-6m, Modul ESP8266-01, Kabel jumper, dan *Breadboard*. Berikut penjelasan mengenai perancangan *hardware* dari sistem pengukur cuaca.

3.1.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram adalah diagram dari sebuah sistem, di mana bagian utama atau fungsi yang diwakili oleh blok dihubungkan dengan garis, yang menunjukkan hubungan dari blok. Berikut ini diagram blok dari sistem pengukur cuaca :

Gambar 8 Blok Diagram sistem

Adapun penjelasan dari diagram blok pada gambar 8 Adalah sebagai berikut:

1. Modul GPS Neo-6m berfungsi menangkap koordinat lokasi berupa *longitude* dan *latitude*
2. Sensor BMP 180 berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian dan tekanan udara
3. Sensor DHT 11 berfungsi sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban
4. Sensor Anemometer berfungsi sebagai pendeteksi kecepatan angin
5. Sensor Hujan berfungsi sebagai pendeteksi ada atau tidaknya hujan
6. Arduino uno berfungsi sebagai pengendali semua komponen-komponen yang terhubung dengan perangkat tersebut serta menangkap hasil dari besaran fisik yang dibaca sensor dan kemudian dikalibrasi serta dihitung sehingga menjadi sebuah informasi.
7. Modul ESP 8266 berfungsi sebagai media penghubung antara arduino dan internet

3.1.2 Skema Rancangan dan Alokasi Pin

Alokasi pin adalah penempatan pin-pin yang terhubung satu sama lain pada minimum sistem Arduino Uno. Berikut alokasi pin dari semua sensor dan minimum sistem arduino

Gambar 9 Skema dan Alokasi Pin

3.2 Perancangan Software

Pada perancangan ini berisi mengenai software dan cara kerja system Pengukur Cuaca. Adapun beberapa software yang digunakan yaitu Arduino IDE, XAMPP, Sublime Text 3, dan Web Browser.

3.2.1 Struktur Menu Website

Gambar 10 Struktur Menu Website

Menu *Home* : merupakan menu utama berisi tampilan data cuaca terbaru beserta lokasi dan waktu

Data Grafik : berisi tampilan data cuaca terbaru dalam bentuk grafik

Data Statistik : berisi tampilan data cuaca terbaru dalam bentuk statistic atau tabel, terdapat *filter* tanggal untuk menampilkan dan *download* data

Pada *flowchart* di atas menjelaskan tentang alur sistem *hardware*. system dimulai dengan inisiasi sensor dan variable serta normalisasi GPS, sensor GPS akan membaca lokasi dimana sistem berada, kemudian dilanjutkan dengan semua sensor (suhu dan kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin, serta deteksi hujan) akan membaca nilai besaran fisik disekitarnya. Data hasil dari pembacaan sensor akan

ditampilkan pada *serial monitor*. Setelah itu konfigurasi Wifi untuk pengiriman data (*connecting*). Untuk proses pengiriman data jika gagal maka sistem akan kembali membaca lokasi (sensor GPS) dan jika berhasil maka data akan disimpan pada *database* yang kemudian ditampilkan pada web monitoring.

3.2.2 Flowchart sistem Hardware

Gambar 11 Flowchart Sistem Hardware

3.2.3 Flowchart Sftware (Website)

Pada gambar 12 Pada alur program tersebut website akan melakukan request atau membaca database. Data terbaru akan ditampilkan satu persatu pada halaman dashboard. Pada halaman grafik data terbaru akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Kemudian pada halaman statistik semua data terbaru akan ditampilkan dalam bentuk tabel, pada halaman ini terdapat inputan filter berupa *datepicker*, user dapat menset sesuai tanggal yang kemudian bisa

memilih menampilkannya saja atau mengunduh data tersebut.

Gambar 12 Flowchart Software

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Rangkaian Alat

Gambar 13 Tampilan Rangkaian Alat

Pada gambar 4.1 merupakan model dari desain *hardware* yang dibentuk dari beberapa komponen atau sensor dengan fungsinya masing-masing. Alat dibuat dan dikemas secara tertutup dimaksudkan untuk menghindari gangguan dari luar seperti air.

4.2 Pengujian Alat

4.2.1 Pengujian Modul GPS Neo-6m

Pengujian menggunakan modul GPS Neo-6m berfungsi untuk mengetahui tingkat keakuratan dalam pembacaan lokasi. Hasil dari pengujian modul GPS ini akan dibandingkan dengan hasil pembacaan lokasi menggunakan *Smartphone* Oppo A37. Berikut hasil pengujian Modul GPS Neo-6m

Tabel 1 Pengujian Modul GPS

No	Modul GPS		Smartphone		A (m)	B (m)	C (m)
	Lat	Long	Lat	Long			
1	-	112.63 7016	-	112.63 6999	2	1,90	0,1
2	-	112.63 7016	-	112.63 6999	2	1,90	0,1
3	-	112.63 6993	-	112.63 6999	0	1,20	1,2
4	-	112.63 6993	-	112.63 6999	0	1,20	1,2
5	-	112.63 7039	-	112.63 6999	5	5,63	0,6
Rata-Rata							0,5

Menghitung Nilai Euclidian

$$B = (\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}) * 111.319$$

Keterangan :

A : Tracking menggunakan Google map

B : Perhitungan Euclidian

C : Selisi A dan B

111,319 km : nilai 1° (derajat) bumi

Pada 5 kali percobaan pengujian modul GPS menghasilkan nilai selisih jarak rata-rata 0,5m antara Google maps dan Perhitungan Euclidian.

4.2.2 Pengujian Sensor BMP 180

Pengujian Sensor BMP 180 dibandingkan dengan hasil pengukuran sensor barometer yang terdapat pada *iphone 6S*. adapun hasil pengujian nilai ketinggian dan tekanan udara dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2 Pengujian Ketinggian BMP 180

Waktu	Nilai ketinggian (BMP 180)	Nilai Ketinggian (Iphone 6S)	Error (%)
19 : 24	484,36 m	493 m	1,75
19 : 23	484,71 m	493 m	1,68
19 : 22	484,27 m	493 m	1,77
19 : 21	484,71 m	493 m	1,68
19 : 20	484,27 m	493 m	1,77
19 : 15	484,45 m	493 m	1,73
Rata - Rata Error			1,73

Tabel 3 Pengujian Tekanan

Waktu	Nilai Tekanan (BMP 180)	Nilai Tekanan (Iphone 6S)	Error (%)
19 : 24	959,23 mb	1010,0 mb	5,02
19 : 23	959,22 mb	1007,5 mb	4,79
19 : 22	959,24 mb	1007,0 mb	4,74
19 : 21	959,16 mb	1007,0 mb	4,75
19 : 20	959,17 mb	1007,0 mb	4,74
19 : 15	959,28 mb	1007,0 mb	4,73
Rata-Rata			4,79

Pada 6 kali percobaan sensor BMP 180 menghasilkan nilai rata-rata error 1,73% pada pengukuran ketinggian dan rata-rata error 4,79% pada pengukuran tekanan udara.

4.2.3 Pengujian Sensor DHT 11

Pengujian Sensor DHT 11 dilakukan dengan membandingkan nilai ukur dari sensor dan alat ukur yang sudah ada yaitu *hygrometer*. Berikut hasil pengujian dari sensor DHT 11

Tabel 4 Pengujian Suhu DHT 11

Waktu	Nilai Suhu (DHT 11)	Nilai Suhu (higrometer)	Error(%)
19 : 24	26 °C	25 °C	4
19 : 23	26 °C	25 °C	4
19 : 22	26 °C	25 °C	4
19 : 21	26 °C	25 °C	4
19 : 20	26 °C	25 °C	4
19 : 16	27 °C	25 °C	8
Rata-Rata Error			4,66

Tabel 5 Pengujian Kelembaban DHT 11

Waktu	Nilai Kelembaban (DHT 11)	Nilai Kelembaban (higrometer)	Error(%)
19 : 24	84 %	87 %	3,44
19 : 23	84 %	86 %	2,32
19 : 22	83 %	86 %	3,48
19 : 21	83 %	86 %	3,48
19 : 20	82 %	86 %	4,65
19 : 16	80 %	85 %	5,88
Rata-Rata Error			3,87

Pada 6 kali percobaan sensor DHT 11 menghasilkan nilai rata-rata error 4,66% pada pengukuran suhu dan rata-rata error 3,87% pada pengukuran kelembaban udara.

4.2.4 Pengujian Sensor Hujan

Pengujian sensor Hujan ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini mampu mendeteksi adanya hujan dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara meneteskan beberapa titik air

ke bagian panel dari sensor hujan sedikit demi sedikit. Berikut hasil pengujian dari sensor hujan

Tabel 6 Pengujian sensor hujan

Percobaan	Nilai Analog	Keterangan
Tidak Ditetesi Air	1015	Tidak Hujan
Diberi 1 Tetes Air	561	Hujan
Diberi 2 Tetes Air	449	Hujan
Diberi 3 Tetes Air	435	Hujan
Diberi 4 Tetes Air	368	Hujan
Diberi 5 Tetes Air	359	Hujan

Dari pengujian di atas didapatkan nilai analog sensor apabila panel kering 1015, kemudian jika ditetesi air maka nilai analog sensor akan semakin berkurang.

4.2.5 Pengujian Modul ESP 8266

Pengujian Modul ESP8266-01 dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat waktu pengiriman data dari arduino uno ke *database/website*. Pengujian dilakukan dengan cara mencatat waktu awal pengiriman dan waktu data terkirim atau tersimpan pada *database*. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah

Tabel 7 Pengujian Modul ESP 8266

Waktu Pengiriman	Waktu Penerimaan	Keterangan Pengiriman Data
20 : 19 : 01	20 : 19 : 04	Terkirim
20 : 19 : 19	20 : 19 : 23	Terkirim
20 : 19 : 38	-	Error
20 : 20 : 20	20 : 20 : 23	Terkirim
20 : 20 : 38	20 : 20 : 41	Terkirim
20 : 21 : 33	20 : 21 : 36	Terkirim

Pada 6 kali percobaan modul ESP 8266 pengiriman data didapatkan 5 data terkirim dan 1 kali pengiriman *error* atau gagal. Untuk *interval* waktu pengirimannya sendiri antara 3 sampai 4 *second*.

4.2.6 Pengujian Sensor Anemometer

Pengujian sensor anemometer dilakukan dengan cara membandingkan dengan alat *anemometer* yang sudah ada. Ditempatkan pada tempat yang sama kemudian dibandingkan nilainya. Berikut ini hasil pengujian dari sensor *anemometer*.

Tabel 8 Pengujian Sensor Anemometer

Waktu	Kec. Angin (Sensor Anemometer)	Kec. Angin (Alat Anemometer)	Error (%)
07.43	3,83 m/s	2 m/s	61,5
07.45	1,56 m/s	0,9 m/s	100
07.46	2,41 m/s	1,2 m/s	85,83
07.50	2,92 m/s	1,5 m/s	38,66
07.52	3,03 m/s	1,6 m/s	74,37
07.53	6,77 m/s	2,5 m/s	66,8
Rata-rata			71.19

Pengujian diatas dilakukan dengan cara membandingkan sensor anemometer dengan alat anemometer yang sudah ada. Dari 6 kali percobaan diatas didapatkan hasil rata-rata nilai error sebesar 71,19%

4.3 Pengujian Hasil Data Prototype

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil data yang di tangkap sensor dengan data cuaca perjam dari BMKG dan Accuweather (aplikasi cuaca pada smartphone) pada pukul 7 pagi.

Tabel 9 Pengujian dengan data BMKG

Parameter	Prototype alat	BMKG	Error (%)
Suhu	27 °C	19 °C	42,10
Kelembaban	80 %	80 %	0
Kec. Angin	0,14 m/s	5,55 m/s	97,47
Tekanan udara	955, 24 mbar	-	-
Hujan	Tidak Hujan	Tidak Hujan	0

Tabel 10 Pengujian dengan data accuweather

Parameter	Prototype alat	Accuweather	Error (%)
Suhu	27 °C	23 °C	17,39
Kelembaban	80 %	73 %	8,75
Kec. Angin	0,14 m/s	1,1 m/s	87,27
Tekanan udara	955, 24 mbar	1008,6 mbar	5,29
Hujan	Tidak Hujan	Tidak Hujan	0

Dari pengujian diatas didapatkan nilai error yang paling tinggi adalah kecepatan angin dengan nilai error 97,47 % untuk perbandingan dengan BMKG dan 87,27 % untuk perbandingan dengan accuweather.

4.4 Pembahasan dan Pengujian Website

4.4.1 Halaman Home / Dashboard

Gambar 15 Halaman Dashboard

Halaman *dashboard* berfungsi sebagai halaman utama web. Pada halaman ini *website* mampu menampilkan nilai cuaca secara *real time* dalam *interval* waktu tertentu, kemudian tampilan lokasi dimana pengukuran cuaca dilakukan dalam bentuk

koordinat dan peta yang di beri *marker* atau penanda. Yang ditampilkan pada halaman *dashboard* ini meliputi, lokasi, ketinggian, suhu, kelembaban udara, kecepatan angin, tekanan udara, dan deteksi hujan.

4.4.2 Halaman Data Grafik

Gambar 16 Halaman Data Grafik

Halaman grafik berfungsi menampilkan data pengukuran cuaca dalam bentuk grafik dalam *interval* waktu per menit dan rata-rata per tanggal. Untuk grafik yang ditampilkan yaitu suhu, kelembaban udara, tekanan udara, dan kecepatan angina secara terpisah-pisah.

4.4.3 Halaman Data Statistik

Gambar 17 Halaman Data Statistik

Halaman data statistic berfungsi menampilkan semua data yang di tangkap oleh pengukur cuaca dan di tampilkan dalam bentuk tabel per tanggal. Pada halaman ini juga terdapat tampilan pengukuran cuaca tertinggi dan terendah. *User* dapat mem-*filter* untuk menampilkan data sesuai tanggal yang di inginkan. *User* juga bisa men-*download* data sesuai tanggal yang dipilih oleh *user*.

4.4.4 Pengujian website

Tabel 11 Hasil Pengujian Website

No	Pengujian	Keterangan	Hasil
1	Dashboard	User dapat mengetahui nilai cuaca terakhir dari data yang masuk pada database	✓
2	Pin lokasi	Dapat menandai lokasi terakhir dari data yang masuk pada database	✓
3	Geocoding Lokasi	Merubah koordinat latitude dan longitude menjadi sebuah alamat	X
4	Lokasi Alat	Menampilkan lokasi pengukur cuaca berupa	✓

No	Pengujian	Keterangan	Hasil
		latitude dan longitude	
5	Data Grafik	User dapat mengetahui nilai sensor dalam bentuk grafik per tanggal dan per menit	✓
6	Data Statistik	User dapat mengetahui nilai sensor dalam bentuk tabel per tanggal.	✓
7	Filter Data (Button)	Menampilkan Data Tabel dengan tanggal yang ditentukan oleh user	✓
8	Download Data (Button)	Download Data cuaca berdasarkan tanggal yang dipilih user	✓

Keterangan :

✓ : Berhasil

X : Gagal

Dari pengujian semua aspek *website* hanya satu yang tidak berhasil atau gagal yaitu *geocoding* lokasi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian Modul GPS dengan smartphone menggunakan tracking google map dan perhitungan Euclidian menghasilkan rata-rata selisih jarak 0,5 m
2. Hasil pengukuran dari sensor BMP 180 dibandingkan dengan sensor barometer yang terdapat pada iphone 6s menghasilkan nilai rata-rata error 1,73 % pada pengukuran ketinggian dan rata-rata error 4,79% pada pengukuran tekanan udara.
3. Hasil pengukuran dari sensor DHT 11 dibandingkan dengan alat ukur higrometer menghasilkan nilai rata-rata error 4,66 % pada pengukuran suhu dan rata-rata error 3,87 % pada pengukuran kelembaban udara
4. Dari hasil pengujian sensor hujan dengan cara memberikan beberapa titik-titik air pada panel sensor didapatkan nilai analog sensor apabila panel kering 1015, kemudian jika ditetesi air maka nilai analaog sensor akan semakin berkurang.
5. Pengujian ESP8266-01 dilakukan dengan mengirimkan data dari arduino ke *database* sebanyak 6 kali, dan dari 6 kali percobaan tersebut

5 kali data terkirim dan 1 data *error* atau tidak terkirim.

6. Dari 6 kali pengujian sensor anemometer dengan alat anemometer yang sudah ada didapatkan hasil rata-rata nilai error sebesar 71,19 %
7. Dari pengujian data yang dihasilkan alat prototype dengan data BMKG dan *accuweather* pada pukul 7 pagi didapatkan nilai error yang paling tinggi adalah kecepatan angin dengan nilai error 97,47 % untuk perbandingan dengan BMKG dan 87,27 % untuk perbandingan dengan *accuweather*.
8. Dari beberapa kali percobaan sistem bekerja dengan baik, alat mampu menangkap dan mengirim data sensor untuk ditampilkan pada *website* dengan baik, meskipun memiliki nilai error dikarenakan harganya yang relative murah.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Penambahan sensor untuk memperbanyak parameter pengukuran cuaca seperti sensor cahaya dan curah hujan
2. Penambahan *geocoding* lokasi untuk untuk memperjelas alamat yang dihasilkan oleh sensor GPS
3. Agar lebih sempurna bisa ditambahkan sistem prediksi cuaca menggunakan data *logger* yang telah tersimpan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia. Undang-Undang tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2009, Jakarta: Sekretariat Negara, 2009.
- [2] Salindri, Z. H., Darjat, D., & Riyadi, M. A. (2016). Rancang Bangun Mini weather Station Menggunakan WEB Berbasis Arduino ATMEGA 2560. *TRANSIENT, 4*(4), 1079-1086., *and Vocational Education), 1*(1), pp.37-43.
- [3] Thoyibi, M. M., Sanjaya, K. T., & Amaluddin, F. (2018). RANCANG BANGUN MINI WEATHER STATION BERBASIS SMS GATEWAY MENGGUNAKAN ARDUINO UNO. *Prosiding SNasPPM, 3*(1), 367-370.
- [4] Irawan, J. D., Prasetyo, S., & Adi, S. (2016). Pengembangan Kunci Elektronik Menggunakan RFID Dengan Sistem IoT. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri, 6*(2), 28-32.
- [5] Fitriani R. (2019). WEATHER MEASURING PROTOTYPE USING ARDUINO. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana, Vol. 14, No. 1.*