

Rancang Bangun Prototipe Sistem *Monitoring* Mini Stasiun Cuaca pada BMKG Provinsi Lampung

Bambang Prayogo¹, Gigih Forda Nama², Meizano Ardhi Muhammad³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹bambang@gmail.com

²gigih@eng.unila.ac.id

³meizano@eng.unila.ac.id

ABSTRAK

Salah satu tugas Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) adalah menyampaikan data serta informasi cuaca untuk *monitoring* dan memprediksi perubahan iklim yang terjadi. Proses pengamatan cuaca oleh petugas BMKG Provinsi Lampung saat ini sebagian besar masih menggunakan alat ukur konvensional. Pengukuran dilakukan satu persatu untuk setiap unsur cuaca. Hanya beberapa titik pengamatan yang sudah menggunakan *Automatic Weather Station* (AWS). Lokasi penempatan setiap stasiun cuaca pun berjauhan. Agar mempermudah kerja petugas pengukuran, perlu adanya sebuah rancang bangun sistem *monitoring* untuk mengukur beberapa unsur cuaca secara bersamaan seperti curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, serta intensitas cahaya menggunakan *Raspberry Pi*. Data curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, serta intensitas cahaya akan ditampilkan berupa grafik berbasis web. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali yaitu 6-7 November 2019, 17-18 November 2019, 17-18 Desember 2019, 18-19 Desember 2019, dan 19-20 Desember 2019. Dari 5 kali pengambilan data, diperoleh suhu udara rata-rata 28.15 derajat Celsius, kelembapan rata-rata 84,98 %, intensitas cahaya rata-rata 14196,97 lux, dan jumlah curah hujan 23,749 mm.

Kata kunci: BMKG, informasi cuaca, sistem *monitoring*, *Raspberry Pi*

ABSTRACT

One of the tasks of Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) is the delivery of data and weather information to monitor and predict climate change. The process of weather observation by BMKG Lampung Province officers mostly still using conventional measuring tools. Measurements were made one by one for each element of the weather. Only a few observation points have used Automatic Weather Station (AWS). The location of each weather station is far apart. In order to facilitate the work of the measurement officers, it is necessary to have a design of a monitoring system to measure several elements of the weather simultaneously such as rainfall, air temperature, humidity, and light intensity using the Raspberry Pi. Rainfall data, air temperature, humidity, and light intensity will be displayed in the form of web-based graphs. Data collection was carried out 5 times, 6-7 November 2019, 17-18 November 2019, 17-18 December 2019, 18-19 December 2019, and 19-20 December 2019. From 5 data retrievals, the average air temperature retrieved was 28.15 degrees Celsius, average humidity was 84.98%, average light intensity was 14196.97 lux, and total rainfall was 23.749 mm.

Keywords: BMKG, weather information, monitoring system, *Raspberry Pi*

I. PENDAHULUAN

Pelayanan data dan penyampaian informasi kepada masyarakat yang membutuhkan data meteorologi, klimatologi, dan

geofisika merupakan salah satu fungsi dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)[1]. Kebutuhan data dan informasi cuaca yang cepat, akurat,

dan dapat dipertanggung jawabkan sangat diperlukan tidak hanya untuk menunjang pembangunan dalam negeri, namun juga untuk meminimalkan dampak kerusakan yang ditimbulkan dari suatu bencana. Data dan informasi cuaca juga diperlukan untuk *monitoring* dan memprediksi perubahan iklim.

Proses pengukuran cuaca yang dilakukan oleh petugas BMKG Provinsi Lampung saat ini masih terpisah untuk setiap unsur cuaca. Setiap pengukuran dilakukan satu persatu pada masing-masing unsur cuaca. Petugas harus memasang media pengukuran seperti tabung penakar hujan dan kertas pias. Beberapa contoh unsur yang diamati oleh BMKG adalah curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, serta lamanya penyinaran matahari.

Agar mempermudah kerja petugas pengukuran, perlu adanya sebuah rancang bangun sistem *monitoring* untuk mengukur beberapa unsur cuaca seperti curah hujan, suhu, kelembapan udara, serta intensitas cahaya. Data curah hujan, suhu, kelembapan udara, serta intensitas cahaya ditampilkan berupa grafik berbasis *web*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Iklim dan Cuaca

Iklim adalah kesimpulan dari perubahan nilai unsur-unsur cuaca dalam jangka panjang pada suatu wilayah, sedangkan cuaca adalah nilai dari atmosfer serta perubahan dalam jangka pendek atau kurang dari 24 jam pada suatu tempat tertentu. Cuaca dan iklim dinyatakan dengan susunan nilai unsur fisika atmosfer yang terdiri dari suhu udara, kelembapan udara, radiasi surya, lama penyinaran matahari, tekanan udara, kecepatan dan arah angin, penutupan awan, presipitasi

(embun, hujan, salju), dan evaporasi atau evapotranspirasi[2].

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan sebuah minikomputer yang dikembangkan oleh *Raspberry Pi Foundation* yang secara fungsional hampir sama dengan komputer kebanyakan. Pada *Raspberry Pi* terdapat GPIO (*General Purpose Input/Output*) dimana terdapat beberapa pin yang memiliki fungsinya masing-masing. GPIO juga dapat diatur menjadi *Input/Output Raspberry Pi*. *Input/Output* tersebut diatur dengan bahasa pemrograman dan dapat menggunakan berbagai macam sensor serta aktuator[3].



Gambar 1. *Raspberry Pi*

2.3 Tipping Bucket

Penakar curah hujan tipe *tipping bucket* ini bekerja dengan memanfaatkan sensor *reed switch* untuk memberikan masukan pada *mikrokontroler* yaitu berupa perubahan tahanan ketika bejana berjungkit. Sensor curah hujan tipe ini bekerja saat air jatuh melalui corong pada sensor dan mengisi ember jungkit yang terdapat pada sensor. Pada ember jungkit terdapat sebuah magnet yang akan menghubungkan *reed switch* yang berada di dalam sensor sehingga ketika magnet melewati saklar tersebut, saklar akan aktif dan mengirimkan sinyal. Berdasarkan

datasheet-nya, setiap jungkit setara dengan nilai 0,2794 mm[4].



Gambar 2. *Tipping Bucket*

2.4 DHT 22

DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan *Raspberry Pi*. Memiliki tingkat kestabilan yang sangat baik serta memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. DHT22 dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembaban secara bersamaan dengan keluaran digital. Sensor ini memiliki akurasi dengan galat relatif 4% untuk suhu dan 18% untuk kelembaban[5].

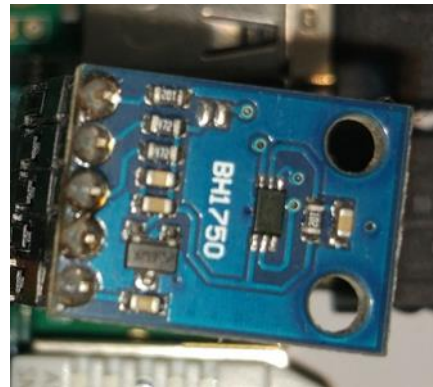


Gambar 3. DHT22

2.5 BH1750

Modul sensor intensitas cahaya BH1750 adalah sensor cahaya yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah untuk digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti foto diode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog

dan harus melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas cahaya. Sensor cahaya BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran *lux* tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu. Nilai terendah yang dapat diukur adalah 0 *lux* dan nilai tertinggi yang dapat diukur adalah 54612 *lux*[6].



Gambar 4. BH1750

2.6 Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang *freeware* atau gratis, tidak ada batasan dalam penyalinannya atau mendistribusikannya. Lengkap dengan *source code*-nya, *debugger* dan *profiler*, pelayanan *interface*, fungsi sistem, *Graphic User Interface* (GUI), dan basis datanya. Tidak perlu khawatir akan sistem operasi yang digunakan, karena bahasa pemrograman ini dapat berjalan di berbagai Sistem operasi antara lain seperti UNIX, *Macintosh* dan *DOS Machine*[7].

2.7 Postgresql

PostgreSQL adalah *open-source*, *client/server*, *relational database*. Salah satu kelebihan utama *PostgreSQL* adalah *opensource*. *PostgreSQL* mampu berjalan di atas berbagai sistem operasi, termasuk Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OSX, Solaris, Tru64) dan juga *Windows*[8].

2.8 Django REST Framework

Django adalah sebuah *web framework* yang *open source* dan berbasis *Python*. *Web framework* adalah sebuah kerangka kerja yang dapat mempermudah pengembang *software* khususnya *website*[9]. *Representational State Transfer* (REST) adalah suatu arsitektur metode komunikasi yang sering diterapkan dalam pengembangan layanan berbasis *web*. REST berkembang bersamaan dengan berkembangnya teknologi *web*, sehingga sering digunakan bersamaan dengan teknologi *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), dengan alasan inilah implementasi *RESTful* menggunakan teknologi HTTP disebut *RESTful* HTTP[10].

2.9 Penelitian Terkait

Ada beberapa judul penelitian yang terkait dengan penelitian yang dilakukan di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Asif Imtiaz, Sufi Galib Omar, dan Tanvir Asif Ali yang berjudul “*Efficient Design of a Lowcost Portable Weather Station*” bertujuan untuk membangun sebuah stasiun cuaca portabel. Stasiun cuaca ini menggunakan mikrokontroler *Arduino*. Sensor yang digunakan yaitu sensor hujan, sensor suhu dan kelembapan DHT11, Sensor tekanan udara BMP180, dan sensor kecepatan angin *anemometer*. Data dikirim ke server melalui *ethernet shield*. Data yang diterima oleh server kemudian disimpan ke dalam *database* dan ditampilkan ke dalam bentuk grafik berbasis *web*[11].

Penelitian yang dilakukan oleh Medilla Kusriyanto dan Agusti Anggara Putra yang berjudul “*Development of a Lowcost Weather Station Using Free Hardware and Software*” bertujuan untuk membangun

sebuah sistem *monitoring* dengan menggunakan *mikrokontroler Arduino* Mega 2560. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu dan kelembapan DHT22, sensor hujan FC-37, dan Sensor tekanan BMP-180. data hasil pengukuran *Arduino* akan disimpan dalam data *logger* dan dikirim oleh *Arduino* ke server melalui modul *wifi* ESP8266. Pengiriman data akan berlangsung selama *mikrokontroler* tetap terhubung dengan internet. Pada sisi server, data yang diperoleh kemudian disajikan ke dalam bentuk grafik berbasis *web*[12].

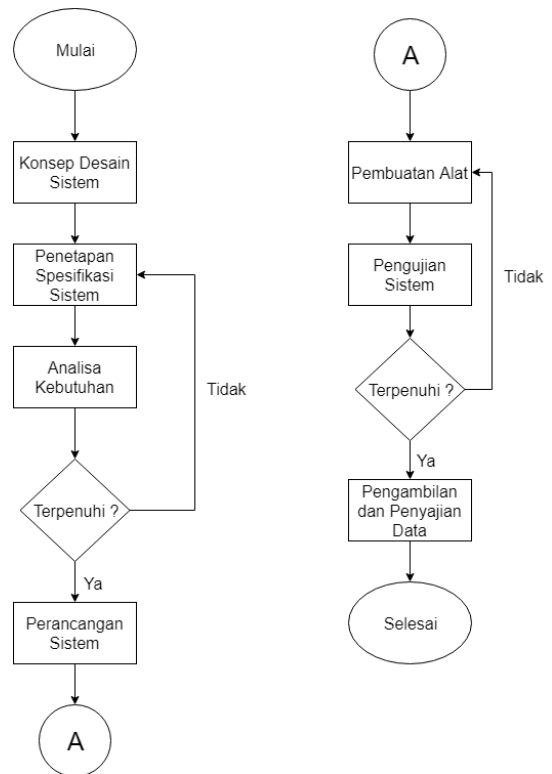
Penelitian yang dilakukan oleh Robison Cris Brito, Fabio Favarim, Guilherme Calin, dan Eduardo Todt yang berjudul “*Development of a Low cost Weather Station Using Free Hardware and Software*” bertujuan untuk membangun sistem *monitoring* dengan menggunakan *arduino* sebagai penerima data dan *Raspberry Pi* sebagai pengirim data menuju *server*. Pada penelitian ini menggunakan sensor DHT22, BMP180, *Anemometer*, *Wind direction*, dan *Tipping Bucket*. Pada penelitian ini, *webserver* dan *database server* terpisah dengan *Raspberry Pi*. Informasi yang ditampilkan oleh sistem ini berupa tabel hasil pengukuran[13].

Penelitian yang dilakukan oleh Ferdy Erwan, Abdul Muid dan Irma Nirmala yang berjudul “*Rancang Bangun Sistem Pengukur Cuaca Otomatis Menggunakan Arduino Dan Terintegrasi Dengan Website*” bertujuan untuk membangun sebuah sistem pengukur cuaca dengan menggunakan *mikrokontroler Arduino*. Sensor yang digunakan di antaranya sensor SHT11, sensor BMP180, sensor BH1750, *Anemometer*, sensor arah angin, dan sensor *tipping bucket*. Data yang diperoleh *Arduino* kemudian dikirim ke *server* melalui *ethernet shield*. Pada *server*, data diolah dan ditampilkan dalam bentuk grafik berbasis *web*[14].

Penelitian berjudul “Rancang Bangun *Prototype Jaringan Automatic Rain Gauge (ARG) Berbasis Website*” dilakukan oleh Achmad Maulana Rafi, Bima Tri Ariyanto, Hairatunisa, Agus Tri Sutanto menggunakan sensor *Reed Switch* yang terhubung ke *Raspberry Pi*. Sensor ini diletakkan pada tabung penakar curah hujan yang mereka desain sendiri. Kemudian data hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD dan dikirimkan menuju *server* agar data disimpan dan disajikan dalam bentuk tabel berbasis *web*[15].

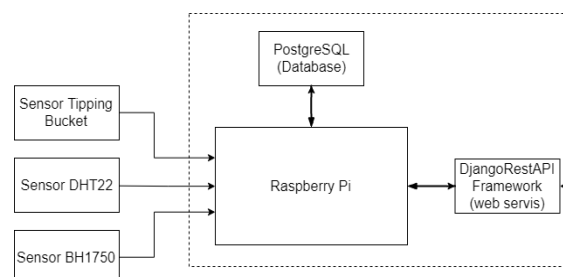
III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan minikomputer *Raspberry Pi 3 Model B* sebagai kontrol sistem. Pada sistem ini menggunakan 3 buah sensor yaitu sensor curah hujan tipe *tipping bucket*, sensor suhu dan kelembapan DHT22, dan sensor intensitas cahaya BH1750. Data yang diperoleh dari masing-masing sensor kemudian disimpan ke dalam *database server* dan ditampilkan ke dalam grafik berbasis *web*. Dalam melakukan penelitian ini melalui beberapa tahapan:



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

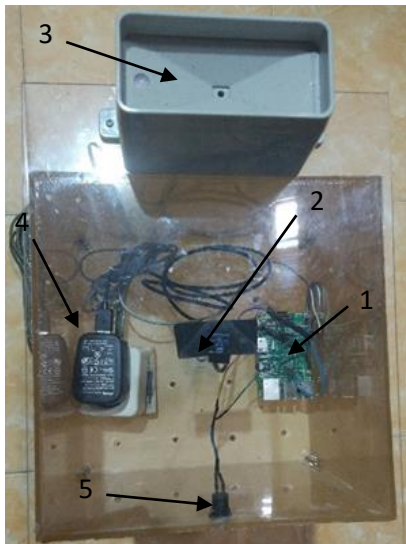
Selain perangkat keras, ada juga beberapa *software* yang dibutuhkan pada perancangan sistem ini di antaranya *image Raspbian Stretch* sebagai sistem operasi dari *Raspberry Pi* di mana didalamnya sudah terdapat *software* pemrograman *python* sebagai bahasa pemrograman yang digunakan pada sistem ini. Kemudian ada *software DjangoRestFramework* yang digunakan sebagai *web service*, *PostgreSQL* sebagai *database server*, dan modul *Highchart* sebagai penampil data dalam bentuk grafik pada *web*.



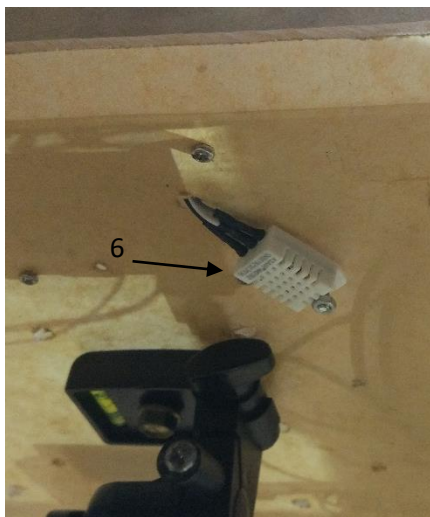
Gambar 6. Diagram Blok Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem *monitoring* yang dirancang merupakan suatu sistem terintegrasi di mana proses pengambilan dan penyajian data dilakukan pada satu perangkat yaitu *Raspberry Pi*. Adapun peletakan komponen pada sistem ini ditunjukkan pada gambar 7a dan 7b:



(a)



(b)

Gambar 7a. Komponen Dalam Box

7b. Komponen Luar Box

Keterangan:

1. *Raspberry Pi 3 Model B*

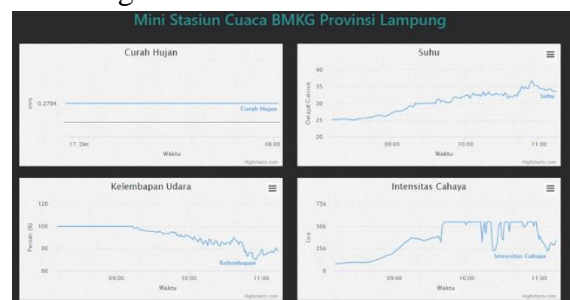
2. Sensor cahaya BH1750
3. Pengukur curah hujan *Tipping Bucket*
4. *Adaptor Power Supply*
5. Tombol *Trigger Startup Raspberry Pi*
6. Sensor Suhu dan Kelembapan DHT22

Pengujian sistem dilakukan di luar ruangan dengan cara meletakkan alat seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 8. Pengujian Sistem

Pengambilan data dilakukan seperti pada pengujian sistem, pengambilan data dilakukan selama 5 kali dimulai dari tanggal 6-7 November 2019, 17-18 November 2019, 17-18 Desember 2019, 18-19 Desember 2019, dan 19-20 Desember 2019. Berikut ini adalah tampilan hasil pengambilan data dalam bentuk grafik berbasis web :



Gambar 9. Grafik Tampilan Web

Tabel 1. Hasil pengambilan data

Tanggal	Cahaya	Suhu	Kelembapan	Hujan
6-7 Nov	17742,22	29,40	66,97	0
17-18 Nov	16387,58	28,05	68,47	0
17-18 Des	9626,54	26,6	97,15	23,75

18-19 Des	14421,87	28,29	96,78	0
19-20 Des	12806,6	28,4	95,52	0
Rata-rata	14196,97	28,15	84,98	4,75

Dari 5 kali pengambilan data diperoleh jumlah curah hujan 23,749mm, suhu udara rata-rata 28,09 derajat Celsius, kelembapan udara rata-rata 84,98%, dan intensitas cahaya rata-rata 14196,97 lux.

id	tanggal	dtinms	cahaya	suhu	kelembapan
[PK] integer	timestamp without time zone	bigint	double precision	numeric (5,1)	numeric (5,1)
2720	2019-12-19 12:12:24	1576732343039	30746.67	34.9	78.7
2721	2019-12-19 12:13:24	1576732403638	32356.67	35.1	79.2
2722	2019-12-19 12:14:25	1576732464251	33547.5	35.2	77.0
2723	2019-12-19 12:15:25	1576732524821	34329.17	35.6	78.6
2724	2019-12-19 12:16:26	1576732585433	35058.33	34.9	73.6
2725	2019-12-19 12:17:27	1576732646001	32264.17	35.2	76.0
2726	2019-12-19 12:18:30	1576732706605	31691.67	34.6	73.9
2727	2019-12-19 12:19:30	1576732769691	29301.67	34.7	73.8
2728	2019-12-19 12:20:31	1576732830288	26666.67	34.9	74.1
2729	2019-12-19 12:21:31	1576732890887	24933.33	34.5	76.1
2730	2019-12-19 12:22:32	1576732951485	23821.67	34.7	77.4

Gambar 10. Database Intensitas Cahaya, Suhu Udara, dan Kelembapan Udara

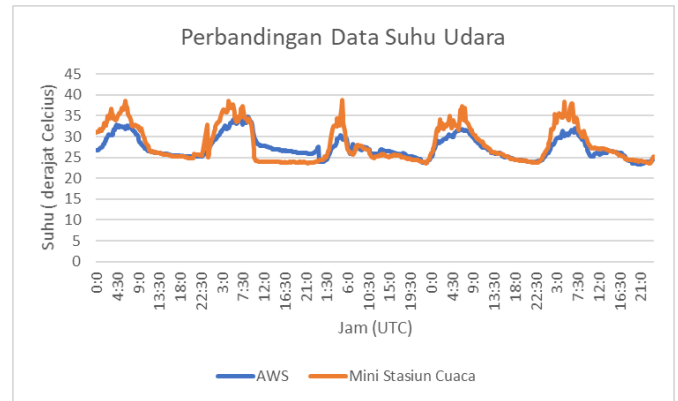
Terdapat 6 kolom pada database cahaya, suhu dan kelembapan yaitu id, tanggal, dtinms (satuan waktu dalam bentuk milidetik), cahaya, suhu, dan kelembapan.

id	tanggal	dtinms	hujan
[PK] integer	timestamp without time zone	bigint	double precision
69	2019-12-17 13:17:28	1576563448000	0.2794
70	2019-12-17 13:18:09	1576563489000	0.2794
71	2019-12-17 13:20:18	1576563618000	0.2794
72	2019-12-17 13:21:26	1576563686000	0.2794
73	2019-12-17 13:22:27	1576563747000	0.2794
74	2019-12-17 13:23:13	1576563793000	0.2794
75	2019-12-17 13:24:02	1576563842000	0.2794
76	2019-12-17 13:24:54	1576563894000	0.2794
77	2019-12-17 13:26:03	1576563963000	0.2794
78	2019-12-17 13:28:57	1576564137000	0.2794
79	2019-12-17 13:32:34	1576564354000	0.2794
80	2019-12-17 15:21:30	1576570890000	0.2794

Gambar 11. Database Curah Hujan

Terdapat 4 kolom pada database hujan yaitu id, tanggal, dtinms, dan hujan. Database curah hujan dipisah dengan database cahaya, suhu dan kelembapan karena sensor curah hujan mengambil data secara realtime, sedangkan cahaya, suhu, kelembapan mengambil data setiap menit.

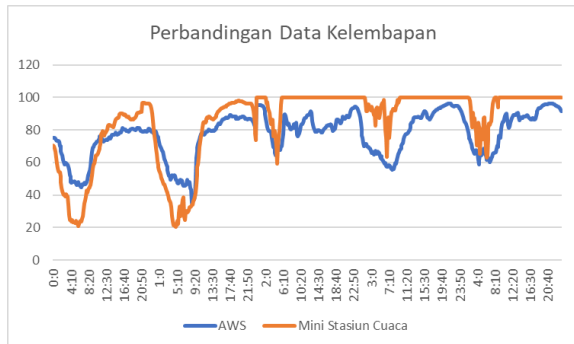
4.1 Perbandingan Data Suhu



Gambar 12. Grafik Perbandingan Data Suhu

Gambar 12 menunjukkan perbandingan data suhu udara selama 5 kali pengambilan data yaitu pada 6 November 2019, 17 November 2019, 17 Desember 2019, 18 Desember 2019, dan 19 Desember 2019 jam 00.00 sampai 23.59 waktu UTC. Grafik dengan garis biru merupakan data hasil pengukuran oleh Automatic Weather Station (AWS) pada stasiun MKG ITERA yang berjarak kurang lebih 10KM dari lokasi pengambilan data, sedangkan grafik dengan garis jingga merupakan data yang diperoleh dari mini stasiun cuaca. Data suhu yang diperoleh mendekati pola data suhu oleh AWS, tetapi beberapa data terdapat sedikit perbedaan terutama pada pagi hingga sore hari. Perbedaan suhu antara AWS dan mini stasiun cuaca ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya perbedaan kondisi cuaca pada lokasi pengamatan dan perbedaan akurasi sensor yang digunakan.

4.2 Perbandingan Data Kelembapan



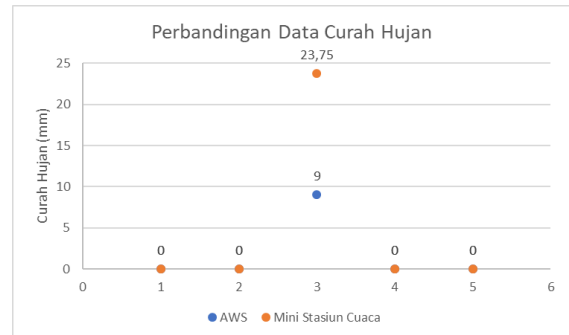
Gambar 13. Grafik perbandingan data kelembapan

Gambar 13 merupakan grafik perbandingan data kelembapan selama 5 kali pengambilan data. Grafik dengan garis biru merupakan data yang diperoleh dari AWS sedangkan grafik dengan garis jingga merupakan data yang diperoleh dari mini stasiun cuaca. Sama seperti grafik perbandingan data suhu, pada perbandingan data kelembapan juga terdapat perbedaan grafik dengan pola yang relatif sama. Perbedaan nilai tersebut disebabkan oleh perbedaan suhu dan kondisi udara pada kedua lokasi pengambilan data.

4.3 Perbandingan Data Intensitas Cahaya

Stasiun MKG tidak memiliki alat pengukur intensitas cahaya matahari, sehingga data yang diperoleh dari mini stasiun cuaca tidak dapat dibandingkan dengan data dari AWS.

4.4 Perbandingan Data Curah Hujan



Gambar 14. Grafik perbandingan data curah hujan

Gambar 14 menunjukkan perbandingan data curah hujan yang diperoleh dari AWS dengan data yang diperoleh dari mini stasiun cuaca. Dari 5 kali pengambilan data, hanya pada hari ketiga diperoleh data curah hujan yaitu pada tanggal 17 Desember 2019. Namun nilai curah hujan yang terukur oleh kedua sensor tidak sama. Pada AWS curah hujan terukur adalah 9mm, sedangkan pada mini stasiun cuaca, curah hujan terukur adalah 23,75mm. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai curah hujan di antara kedua sensor ini di antaranya perbedaan suhu puncak awan, faktor garis lintang, dan faktor jarak sumber air.

V. KESIMPULAN

Telah dibuat Rancang Bangun Prototipe Sistem *Monitoring* Mini Stasiun Cuaca yang mampu memperoleh data curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, serta intensitas cahaya. Selama 5 kali pengambilan data diperoleh jumlah curah hujan 23,749mm, suhu udara rata-rata 28,15 derajat Celsius, kelembapan udara rata-rata 84,98%, dan intensitas cahaya rata-rata 14196,97 lux. Sistem mampu menjalankan fungsinya yaitu mengambil

data, menyimpan data ke dalam *database* serta menyajikan data dalam bentuk grafik berbasis *web*.

REFERENSI

- [1] BMKG.2014. Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah(LAKIP) Tahun 2014. Jakarta.
- [2] Handoko. 1993. *Klimatologi Dasar*. Jakarta: PT Dunia Pustaka Jaya.
- [3] A. Kurniawan. 2015. "Monitoring besaran listrik dari jarak jauh pada jaringan listrik 3 fasa berbasis *single board computer* BCM2835," Skripsi, Universitas Lampung, pp.17-18
- [4] R. G. Permana. 2015. "Perancangan dan Pengujian Penakar Hujan tipe *Tipping Bucket* dengan Sensor *Photo-Interrupter* berbasis *Arduino*," Inovasi Fisika Indonesia, vol. 04, pp. 71-76,.
- [5] Saptadi, A. H. 2015. Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada *Platform* ATMEL AVR dan *Arduino*
- [6] Pamungkas, Muhammad. 2015. "Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya". *Jurnal Elkomika* No 2 Vol 3
- [7] Triasanti, Dina. 2001. *Konsep Dasar Phyton*. Jakarta.
- [8] Douglas, K. 2005. *PostgreSQL, Second Edition*. Sams.
- [9] Hourieh, Ayman. 2008. *Learning Website Development with Django*. California: Birmingham: *Packet Publishing*.
- [10] Fielding R. 2000. *Architectural Styles and the Design of Network-based software Architectures, Doctoral dissertation*. University of California. Irvine.
- [11] Imtiaz, Asif. 2018. *Efficient Design of a Low Cost Portable Weather Station. 2018 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI -2018), Jan. 04 06, 2018, Coimbatore, INDIA*.
- [12] Kusriyanto, Medilla. 2018. *Weather Station Design Using IoT Platform Based On Arduino Mega. Proceeding 2018 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)*.
- [13] Brito, Robison Cris. 2017. *Development of a Low Cost Weather Station Using Free Hardware and Software. Proceeding 2017 Latin American Robotics Symposium (LARS) and 2017 Brazilian Symposium on Robotics (SBR)*.
- [14] Erwan, Ferdy. 2018. Rancang Bangun Sistem Pengukur Cuaca Otomatis Menggunakan *Arduino* Dan Terintegrasi Dengan *Website*. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan* Volume 06, No. 03 (2018), hal 255-264.
- [15] Rafi, Achmad Maulana. 2018. Rancang Bangun *Prototype* Jaringan *Automatic Rain Gauge (ARG)* Berbasis *Website*. *Prosiding Seminar Bumi Dan Atmosfer STMKG 2018*.