

Sistem Monitoring Weather Station Pada Pertanian Berbasis Iot

Weather Station Monitoring System In Agriculture Based On Iot

1st Haridha Narulita
Kusman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
haridhanarulitak@student.
telkomuniversity.ac.id

2nd Angga Rusdinar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
anggarusdinar@telkomuni
versity.ac.id

3rd Denny Darlis
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dennydarlis@telkomunive
rsity.ac.id

Abstrak

Iklim dan cuaca sangat mempengaruhi segala aktivitas manusia dan mempengaruhi manusia dalam mengambil keputusan. Informasi cuaca dalam bidang pertanian sangat penting untuk mengidentifikasi komoditi dan waktu tanam yang tepat pada suatu wilayah. Karena perubahan cuaca sulit diprediksi saat ini, maka perlu dilakukan pemantauan cuaca secara berkala dan *real time*. Untuk itu diperlukan sebuah alat *weather station* yang dapat memprediksi iklim / cuaca secara akurat, untuk memudahkan mengambil keputusan pada sektor pertanian.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat monitoring weather station berbasis IoT dengan parameter yang diuji yaitu suhu dan kelembapan, intensitas cahaya, kecepatan angin, tekanan udara, arah angin, dan curah hujan dengan menggunakan modul SIM 900A sebagai komunikasi data. Hasil dari pengujian pada penelitian ini ialah sensor yang digunakan dapat mengambil data dari sensor dengan nilai akurasi rata-rata sebesar 99,57% dan modul SIM 900A dapat mengirimkan data dari sensor ke *platform* Thingspeak dan ThingView. Pertanian yang sesuai dengan cuaca di kawasan Universitas Telkom adalah kedelai.

Kata kunci : *Weather station, Cuaca , Pertanian, Internet of Things, Thingspeak.*

Abstract

Climate and weather greatly affect all human activities and affect humans in making decisions. Weather information in agriculture is very important to identify the right commodity and planting time in an area. Because changes are difficult to predict, it is necessary to monitor the

weather on a regular basis and in real time. For that we need a weather station tool that can predict the climate / weather accurately, to facilitate decision making in the agricultural sector.

This study aims to design an IoT-based weather station monitoring tool with the tested parameters, namely temperature and humidity, light intensity, wind speed, air pressure, wind direction, and rainfall using the SIM 900A module as data communication. The results of the tests in this study are the sensors used can retrieve data from the sensor with an average accuracy value of 99.57% and the 900A SIM module can transmit data from the sensor to the Thingspeak and ThingView platforms. Agriculture that suits the weather in the Telkom University area is soybeans.

Keywords: *Weather station, Weather, Agriculture, Internet of Things, Thingspeak..*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cuaca / iklim merupakan salah faktor yang sangat berpengaruh di bidang pertanian, karena perubahan cuaca yang ada di daerah pertanian dapat mempengaruhi hasil produksi pertanian [1]. Perubahan iklim yang terjadi dapat menyebabkan beberapa dampak seperti kenaikan suhu udara pada seluruh wilayah Indonesia yang dapat mempengaruhi beberapa wilayah yang mengalami penurunan curah hujan dan wilayah lainnya mengalami peningkatan curah hujan, sehingga terjadi perubahan pola hujan yang sangat berdampak pada sektor

pertanian [2]. Karena variabilitas iklim meningkat sebagai akibat dari perubahan iklim, peramalan iklim/cuaca sangat penting untuk pengambilan keputusan pertanian karena dapat bermanfaat bagi para pembuat kebijakan dan pengambil keputusan pertanian [3].

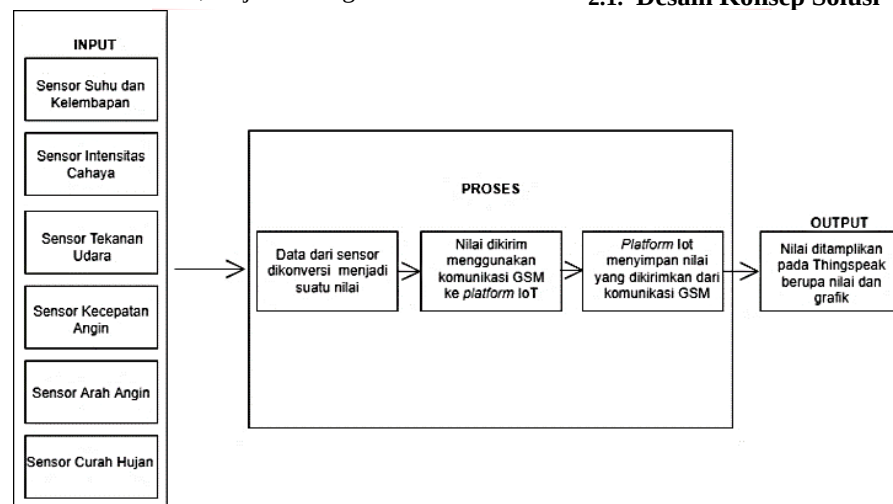
Indonesia merupakan negara pertanian, dimana sektor pertanian memegang peranan yang sangat penting pada perekonomian yang ada di Indonesia. Penyerapan tenaga kerja pada sektor pertanian cukup besar. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), dari jumlah 128,45 juta penduduk yang bekerja pada Agustus 2020, sebanyak 29,76% atau sekitar 38,23 juta orang

bekerja disektor pertanian . Dan faktanya sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim karena mempengaruhi waktu, pola produksi dan kualitas tanaman [4] [6].

Tapi saat ini sangat sulit untuk menjadikan kalender bulan sebagai acuan untuk memprediksi cuaca [5]. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan sebuah alat *weather station* yang dapat memprediksi iklim / cuaca secara akurat, sehingga dapat memudahkan para pembuat keputusan untuk menganalisis dan mengambil keputusan pada sektor pertanian.

II. KAJIAN TEORI

2.1. Desain Konsep Solusi



Gambar 2.1 Desain Konsep Solusi

Pada Gambar 2.1 menjelaskan pada penelitian ini berfokus pada perancangan sistem *monitoring weather station* dengan menggunakan sensor suhu dan kelembapan, intensitas cahaya, tekanan udara, arah angin, kecepatan angin, dan curah hujan. Sensor yang ada pada *weather station* terintegrasi oleh mikrokontroler dan melakukan komunikasi menggunakan modul SIM 900A untuk mengirimkan data dari *weather station* ke *station* agar data yang di dapatkan akan di tampilkan pada ThingSpeak. Pada bagian ini memiliki tiga tahap yaitu input, proses, dan output.

2.2. Weather Station

Weather station adalah seperangkat alat atau instrument yang digunakan untuk mengamati dan merekam data cuaca, iklim, dan kondisi atmosfer pada suatu daerah dengan hasil pengukuran secara *real-time* dan akurat, dan setelah data direkam akan disimpan pada *datalogger* agar dapat diamati oleh pengguna [8]. Pada penelitian kali ini mengadopsi sistem *Automatic Weather station*, sistem terintegrasi yang dirancang

untuk secara otomatis mengumpulkan data cuaca yang dapat diamati secara *real-time*. Adapun parameter pada *weather station* ini yaitu :

2.2.1 Suhu Udara

Suhu memegang peranan yang tidak kalah pentingnya dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu sangat berpengaruh terhadap metabolisme, fotosintesis, laju penyerapan air, nutrisi, dan sebagainya [10]. Dan Suhu yang ideal untuk tanaman adalah suhu siang antara 27 – 30 derajat celsius dan suhu malam antara 21 – 24 derajat celsius.[21].

2.2.2 Kelembapan Udara

Tanaman sangat membutuhkan kelembapan agar tubuh dari tanaman tidak cepat kering karena terjadi penguapan, tanaman membutuhkan kelembapan berbeda-beda tergantung pada jenis tanamannya karena ada beberapa tanaman yang membutuhkan kelembapan yang tinggi dan yang rendah [11]. Dilansir dari PlanTalk Colorado State University, kelembapan udara juga

mempengaruhi dalam proses pertumbuhan pada tanaman. Kelembapan yang ideal pada tanaman adalah 70% - 90% [22].

2.2.3 Tekanan Udara

Udara dingin lebih berat daripada udara hangat. Selama cuaca bertekanan tinggi, cuaca biasanya kering dan cerah. Di sisi lain, ketika udara naik menyebabkan tekanan rendah, cuaca biasanya basah dan berawan [13]. Tetapi tekanan udara tidak memiliki pengaruh langsung terhadap tanaman, pengaruhnya sangat kecil sekali karena tekanan udara di bumi variasinya juga sangat kecil.

2.2.4 Intensitas Cahaya

Cahaya adalah gelombang elektromagnetik yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Sumber cahaya memancarkan energi, beberapa di antaranya diubah menjadi cahaya tampak. Cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan setiap organ dan keseluruhan tumbuhan dan juga cahaya sangat berpengaruh terhadap proses fotosintesis [14].

2.2.5 Arah Angin

Pengukuran arah angin dilakukan menggunakan sensor Hall-effect yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi arah mata angin. Pembacaan arah mata angin berubah setiap 45 derajat. Jika angin utara, sensor di titik utara akan mendeteksi dan memberikan data ke mikrokontroler berapa derajat dan titik mata angin untuk diproses [20].

2.2.6 Kecepatan Angin

Kecepatan Angin adalah satuan yang mengukur kecepatan aliran udara dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin adalah anemometer. Cara kerja anemometer adalah dengan menghitung setiap putaran pada baling-baling yang dilewati oleh angin dengan perbandingan antara jumlah putaran dan interval waktu. Baling-baling yang ada pada anemometer berbentuk seperti cup dan memiliki beberapa jenis salah satunya

yang memiliki tiga hingga empat cup yang terpasang secara horizontal [19]. Tanaman akan lebih mudah menyerap karbon Karbon dioksida di udara dengan kecepatan udara antara 0,1 dan 0,25 m/s. Direkomendasikan oleh American Society of Agricultural Engineering Kecepatan angin penanaman tanaman tidak melebihi 1m/s [23].

2.2.7 Curah Hujan

Rain Gauge adalah suatu alat yang digunakan untuk mengumpulkan dan mengukur intensitas curah hujan. Terdapat 2 metode yang biasa digunakan untuk mengukur intensitas curah hujan ini yaitu *Tipping Bucket* dan *Hellman Rain Gauge* [18]. Dari beberapa jenis tanaman seperti jagung, padi, cabai, kelapa sawit, kentang, dan tanaman palawija seperti kedelai dapat bertumbuh dengan ideal pada curah hujan 100 – 200 mm/bulan [24].

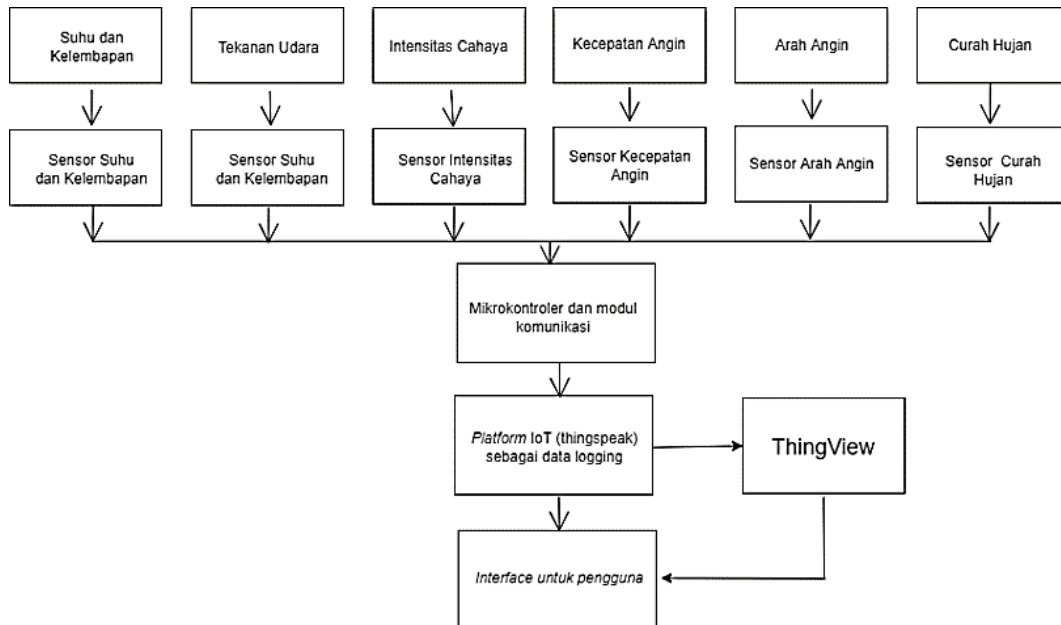
2.3 Internet Of Things

Internet of Things adalah suatu konsep dimana objek tertentu punya kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer. Cara kerja IoT adalah dengan menggunakan algoritma pemrograman, Mengembalikan parameter di mana setiap perintah Argumennya menyebabkan perangkat lain yang terhubung secara otomatis pada jarak berapa pun. Internet adalah media Tautan antara dua interaksi perangkat sementara peran manusia hanya bertugas regulator dan *supervisor* bekerja alat secara langsung [7]. Pada penelitian kali ini menggunakan *platform* IoT Bernama Thingspeak dan ThingView untuk menampilkan data *monitoring*.

III. METODE

3.1. Desain Sistem

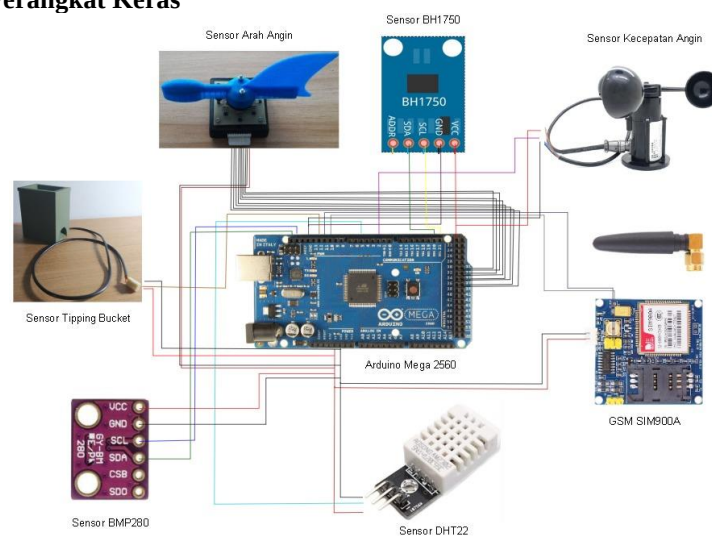
Pada sistem ini konfigurasi sistem secara keseluruhan terhubung dengan *weather station* yang berada di titik berbeda yang terhubung melalui modul komunikasi SIM 900A.. Dalam pengujian ini diperlukan suatu desain sistem yang akan menjadi acuan untuk mempermudah penelitian. Desain sistem yang diperlukan meliputi diagram blok sistem serta fungsi dan fitur dari sistem tersebut.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 3.1 menjelaskan tentang blok diagram sistem *monitoring weather station* dengan parameter suhu, kelembapan udara, tekanan udara, intensitas cahaya, kecepatan angin, arah angin, dan curah hujan. Yang didapatkan dari sensor yang ada pada *weather station*. Dan output sistem berupa data yang didapat dari sensor dan dapat dilihat pada ThingSpeak dan ThingView.

3.2. Desain Perangkat Keras

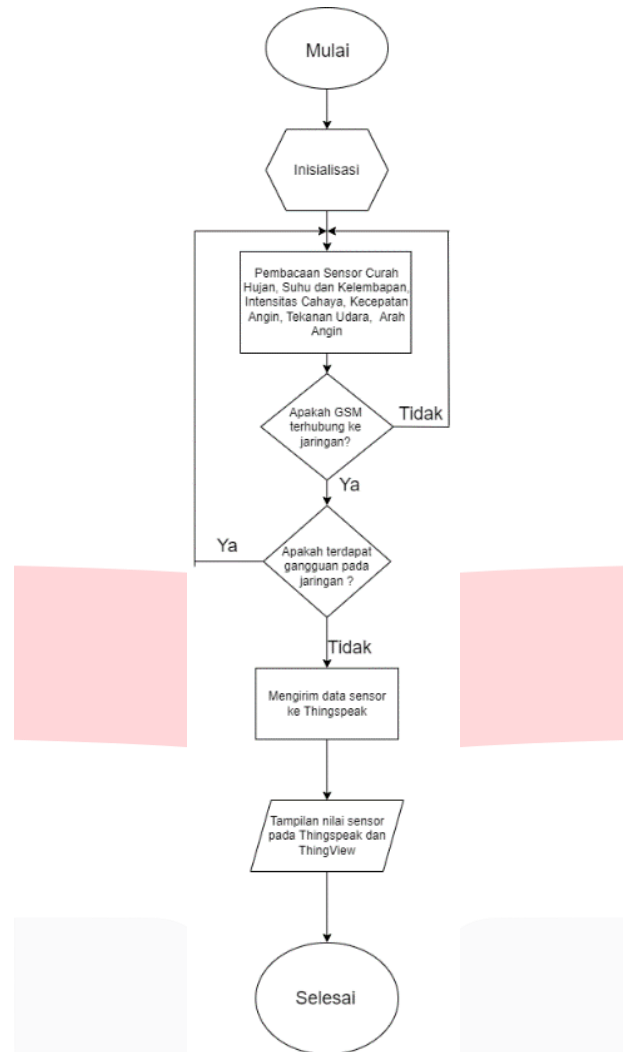


Gambar 3.2 Desain Perangkat Keras

Pada Gambar 3.2 merupakan desain perangkat keras. dapat dilihat skematik *wiring* sistem dimana sensor-sensor dan modul komunikasi SIM

900A terhubung dengan mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini yaitu Arduino mega.

3.3. Diagram Alir Sistem



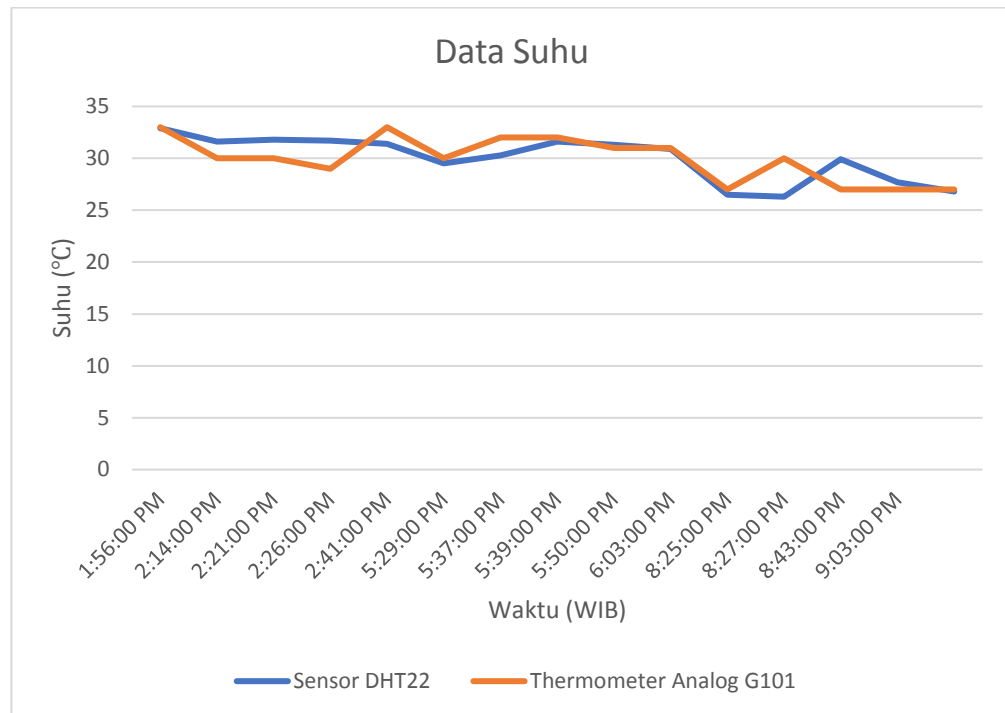
Gambar 3.3 Diagram Alir *Training Neural Network*

Dapat dilihat pada Gambar 3.3, Dimulai dengan inisialisasi sensor yang digunakan pada alat weather station dan modul SIM 900A. Setelah melakukan inisialisasi sensor Curah Hujan, Suhu dan Kelembapan, Intensitas Cahaya, Kecepatan Angin, Tekanan Udara, Arah Angin akan melakukan pembacaan untuk mendapatkan nilai dari setiap sensor. Lalu nilai dari sensor akan dikirimkan ke *platform* Thingspeak. Sebelum dikirimkan sistem akan melakukan pengecekan apakah modul SIM 900A terhubung dengan jaringan, dan pada proses ini terdapat 2 kemungkinan. Kemungkinan 1, jika modul SIM 900A terhubung ke jaringan maka modul SIM 900A akan melanjutkan pengecekan jika ada gangguan pada jaringan. Namun jika tidak

terkirim maka kemungkinan 2, modul SIM 900A akan kembali melakukan pembacaan sensor. Setelah Melakukan pengecekan apakah ada gangguan pada jaringan, Jika tidak ada gangguan maka modul SIM 900A akan mengirimkan data sensor ke *platform* Thingspeak dan jika ada gangguan maka sistem kembali membaca sensor. Setelah data terkirim pada Thingspeak, maka Thingspeak akan menyimpan data yang terkirim. Thingspeak dan ThingView menjadi *interface* yang akan menampilkan nilai dan grafik dari data sensor kepada *user*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

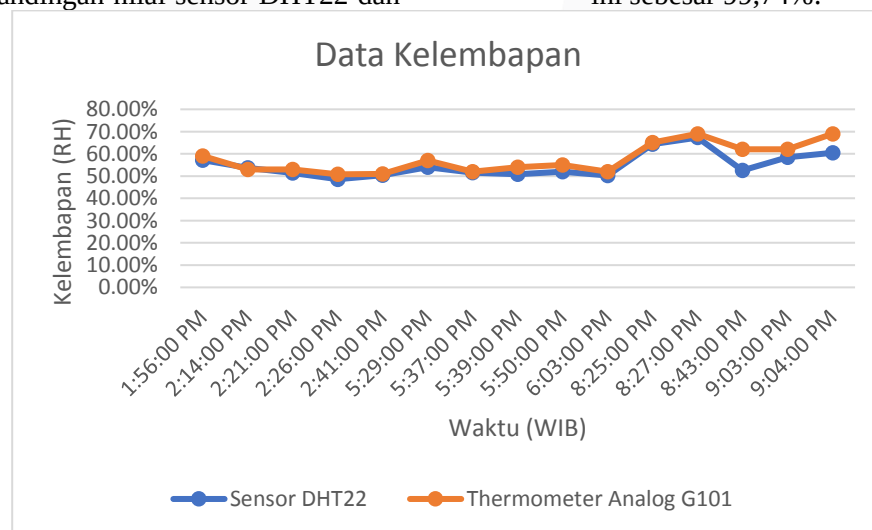
4.1. Pengujian Sensor DHT22 (sensor suhu dan kelembapan)



Gambar 4. 1 Pengujian Data Suhu pada Sensor DHT22

Gambar 4.1 merupakan hasil dari hasil perbandingan pengujian suhu menggunakan sensor DHT22 dan Thermometer analog G101, dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa perbandingan nilai sensor DHT22 dan

alat Thermometer analog G101 memiliki perbandingan nilai yang tidak jauh beda kecuali pada data ke 11 - 15 dan nilai *error* pada pengujian ini dibawah 5%, dan akurasi dari sensor ini sebesar 99,74%.

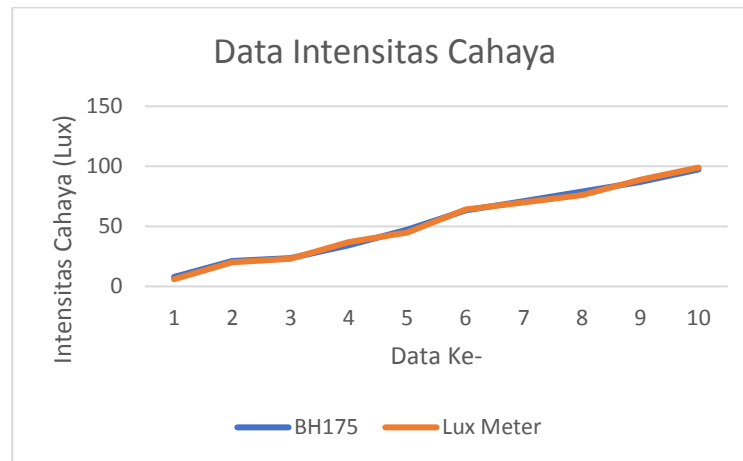


Gambar 4. 2 Pengujian Data Kelembapan pada Sensor DHT22

Berdasarkan gambar 4.3 , dapat disimpulkan perbandingan nilai kelembapan yang didapatkan dari sensor DHT22 dan Thermometer Analog G101 cukup baik dengan nilai akurasi dari rata-rata nilai keseluruhan yaitu sebesar 99,74% , dan nilai *error*

dibawah 5%

4.2. Pengujian Sensor BH175 (Intensitas Cahaya)

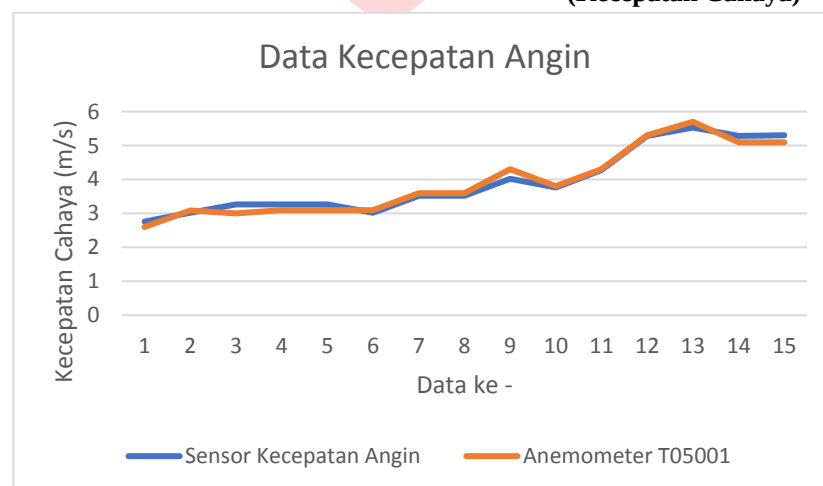


Gambar 4. 3 Pengujian Sensor BH175

Pada gambar 4.3 menyatakan bahwa akurasi dari sensor B175 cukup baik dan dari data tersebut didapat nilai akurasi sebesar 99,44% dan nilai *error* sebesar 0,56 , dengan

tingkat akurasi yang cukup baik dan *error* yang rendah setelah melakukan kalibarsi.

4.3 Pengujian Sensor Anemometer (Kecepatan Cahaya)

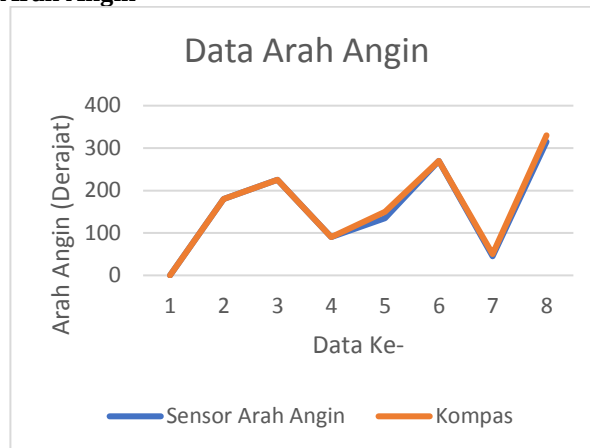


Gambar 4. 4 Pengujian Sensor Anemometer

Pada gambar 4.4 didapatkan hasil data kedua sensor didapatkan nilai *error* 0,52 dan akurasi 99,4%. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai kedua sensor berbeda yaitu berat dari baling-baling sensor

kecepatan angin lebih berat daripada baling-baling yang digunakan pada sensor Anemometer T05001, sehingga dapat mempengaruhi nilai data sensor yang didapatkan.

4.4 Pengujian Sensor Arah Angin

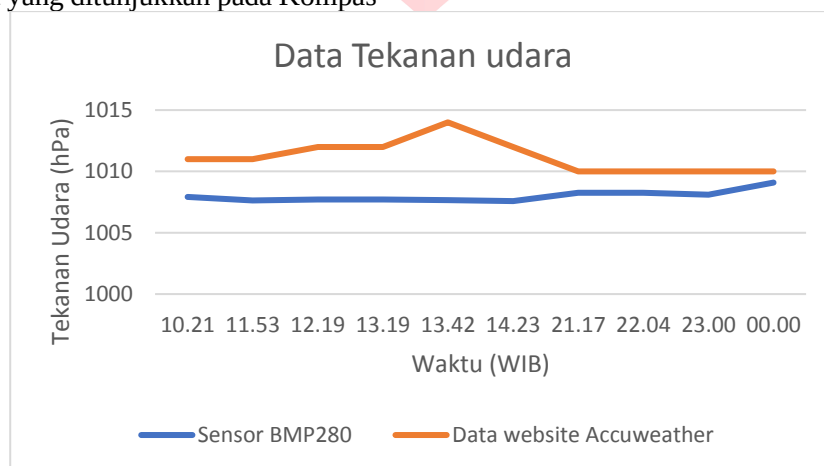


Gambar 4.5 Pengujian Sensor Arah Angin

Dari data pada gambar 4.5 dapat disimpulkan sensor arah angin tidak dapat menunjukkan derajat dengan jangkauan yang tidak luas seperti derajat yang ditunjukkan pada Kompas

dan memiliki akurasi sensor sebesar 97,3%.

4.5 Pengujian Sensor Tekanan Udara



Setelah melakukan perbandingan dari data pengujian sensor BMP280 dengan data tekanan udara yang pada *website* Accuweather.com, maka didapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 0,32% dan nilai akurasi sebesar 99,68%. Dari data sensor dan data *website* Accuweather.com juga terdapat data yang berbeda karena salah satu faktornya adalah pada *website* Accuweather.com mendeteksi tekanan udara di wilayah Bojongsoang, sedangkan pada sensor BMP280 mendeteksi tekanan udara lebih spesifik yaitu pada Kawasan Fakultas Teknik Elektro tempat alat *weather station* diletakkan.

4.6 Pengujian Sensor *Tipping Bucket*

Pada penelitian kali ini

menggunakan *sensor Tipping Bucket* tipe otomatis. Untuk kalibrasi *sensor Tipping Bucket* tipe *Tipping Bucket* menggunakan persamaan [18] seperti berikut :

$$CH = \frac{JT \times V}{L}$$

Keterangan :

CH = Curah Hujan (mm)

JT = Jumlah *Tipping*

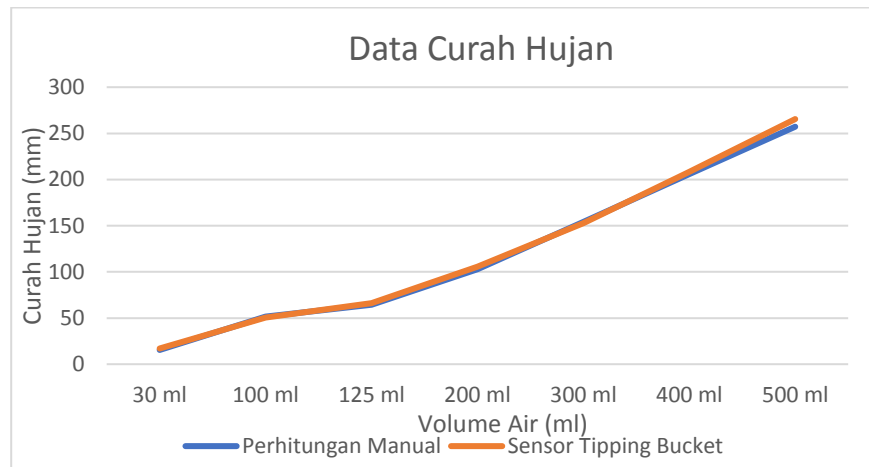
V = Volume per *tipping* (ml)

L = Luas Mulut Corong (cm^2)

Pada *sensor Tipping Bucket* yang digunakan pada penilitan memiliki luas penampang corong $19,44 \text{ cm}^2$. Dan dari hasil perhitungan persamaan curah

hujan dapat disimpulkan bahwa nilai curah hujan dalam 1 jungkitan *tipping*

bucket adalah 1,286 mm.

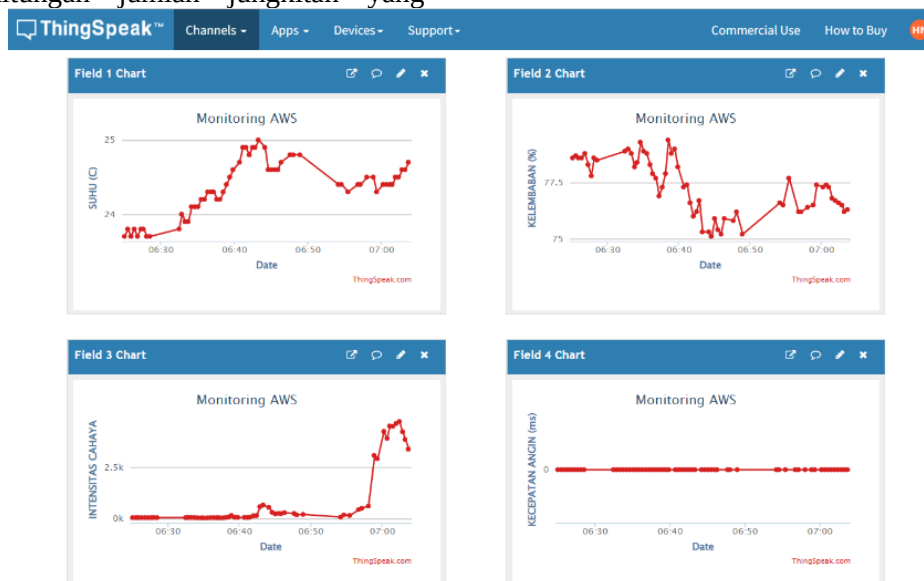


Gambar 4.6 Pengujian Sensor Curah Hujan

Dari data yang didapatkan nilai hasil perbandingan curah hujan tidak jauh berbeda dan perbedaan dari data yang didapatkan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah dari ketelitian penulis dalam melakukan perhitungan jumlah jungkitan yang

dihasilkan, dari data tersebut didapatkan nilai *error* rata-rata dari data yang didapat ialah sebesar 1,69% dan nilai akurasi alat sebesar 98,31%.

4.7 Pengujian platform Thingspeak dan ThingView Berbasis IoT



Gambar 4.7 Halaman Monitoring Pada Thingspeak

Gambar 4.11 merupakan halaman pada Thingspeak yang menampilkan data dari sensor yang dikirim dari mikrokontroler ke Thingspeak menggunakan MODUL SIM 900A sebagai modul komunikasi. Pada halaman *monitoring* terdapat 7 *field*, dimana setiap *field* menampilkan nilai data dari setiap sensor berupa nilai dan grafik. Dan dari tampilan halaman tersebut terdapat fitur waktu dan tanggal data sensor secara *real time* sehingga dapat memudahkan user untuk

memantau cuaca pada daerah tempat pemasangan *weather station*.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian semua sensor yang digunakan pada *weather station* berjalan dengan baik dan telah sesuai dengan tujuan dari penelitian ini sensor DHT22 dapat mengukur suhu udara 21°C - 30°C dengan nilai akurasi sebesar 99,74%, sensor BH175 dengan nilai *error* <2% dan akurasi sebesar 99,44%, sensor kecepatan angin dapat mengukur 0 – 13 m/s dengan akurasi sebesar 99,4%, sensor curah hujan dapat mengukur 100 – 350 mm/bulan dengan akurasi sebesar 98,31%, sensor arah angin yang dapat mengukur 8 arah angin terjadi setiap 45° dengan akurasi sebesar 97,3%, dan sensor BMP280 dapat mengukur 917-1015 hPa dengan akurasi sebesar 99,6% yang berarti hasil dari pembacaan sensor akurat dan mendekati nilai sebenarnya.
2. Berdasarkan hasil pengujian pada sensor arah angin, dapat mengukur 8 arah mata angin dengan perubahan setiap 45° . Tetapi sensor arah angin hanya mendeteksi perubahan angin pada derajat 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , dan 315° . Dan pada penelitian ini sensor arah angin digunakan untuk dapat terintegrasi dengan sistem hybrid blimp drone untuk menentukan arah penyebaran pupuk pada pertanian.
3. Pada penelitian ini berhasil mengimplementasikan komunikasi data menggunakan modul SIM 900A yang berhasil mengirimkan data-data sensor dari alat *weather station* ke station atau interface user.
4. Pada platform IoT yang digunakan pada penelitian ini yaitu Thingspeak, telah mampu menampilkan nilai sensor berupa nilai dangrafik agar lebih memudahkan user dalam melihat data cuaca.
5. Pada kawasan Universitas Telkom disarankan untuk

pertanian kedelai karena tanaman kedelai sesuai dengan cuaca pada daerah tersebut.

5.2. Saran

1. Pada tiang yang digunakan ukuran tinggi tiang dapat lebih tinggi agar pembacaan sensor kecepatan angin dan arah angin dapat membaca nilai sensor lebih baik
2. Pada bidang pertanian nilai tekanan udara tidak berpengaruh pada tanaman, pengaruhnya sangat kecil sekali karena tekanan udara di bumi variasinya juga sangat kecil .Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya tidak perlu digunakan sensor tekanan udara.
3. Dalam pemilihan kualitas sensor dapat lebih baik , agar sensor tahan terhadap segala kondisi cuaca dan dapat digunakan lebih tahan lama.
4. Mengembangkan *interface monitoring* agar dapat menjadi *website* semi publik yang dapat diakses *user* dengan cara *login* pada *website* tersebut dan dapat menampilkan data dalam beberapa hari yang ditentukan.

REFERENSI

- [1] "Pengaruh Iklim Terhadap Pertanian". <https://Maluku.Litbang.Pertanian.Go.Id/> (Accessed Jan.15, 2022)
- [2] Julismin, J. (2013). Dampak Dan Perubahan Iklim Di Indonesia. Jurnal Geografi, 5(1), 39-46.
- [3] Sarvina. (2018). Penggunaan Prakiraan Musim Untuk Pertanian Di Indonesia : Status Terkini Dan Tantangan Kedepan . Vol 12, No 1 (2018) , 33-48.
- [4] Volume 16, N. 1. (2015). Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Pertanian Dan Strategi Adaptasi Pada Lahan Rawan Kekeringan. Ida Nurul Hidayati,

- Suryanto, 42-52.
- [5] Arifin, M. A. S., & Zulus, A. (2018). Perancangan Sistem Weather station Menggunakan Mikrokontroler Atmega 328p Berbasis Website Dan Android Sebagai Media Monitoring Cuaca. *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 3(2), 91-102.
- [6] “Sektor Pertanian Paling Banyak Menyerap Tenaga Kerja Indonesia”. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/11/12/sektor-pertanian-paling-banyak-menyerap-tenaga-kerja-indonesia>. (Accessed Jan. 20, 2022)
- [7] Rahajoeningoem Ivan Heru Saputra, T. (2017). Sistem Monitoring Cuaca Dan Deteksi Banjir Pada Android Berbasis Internet Of Things (Iot). *Prosiding Saintiks Ftik Unikom*, 2.
- [8] “Apa Itu Stasiun Cuaca / Automatic Weather station(Aws) ?” <https://meteonusantara.com/aws> (Accessed Jan. 10, 2022)
- [9] “BH1750 Light Sensor Pinout, Features & Datasheet.” <https://components101.com/sensors/bh1750-ambient-light-sensor>
- [10] Abdul Haris Maulana.2020 “Apa Pengaruh Suhu Pada Pertumbuhan Tanaman?”.<https://www.kompas.com/homey/read/2020/12/10/174700176/apa-pengaruh-suhu-pada-pertumbuhan-tanaman-?> (Accessed Feb. 5, 2020) (Accessed Mar. 11, 2022).
- [11] ”Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Tanaman” <https://kajianpertanian.wordpress.com/pengaruh-kelembaban-udara-terhadap-tanaman/>
- Udara-Terhadap-Tanaman/ (Accessed Mar. 11, 2022).
- [12] <https://www.loggerindo.com/>, “Tahukah Anda Apa Itu Data Logger?,” *Www.Loggerindo.Com*. (Accessed Mar. 30, 2022).
- [13] Gamadika, Y. N. (2019). Peran Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Mas Semarang Dalam Mengirimkan Informasi Cuaca Dan Gelombang Kepada Radio Pantai. *Karya Tulis*.
- [14] Maghfiroh, J. (2017). Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan tanaman. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta* (pp. 51-58).
- [15] Waworundeng, Jacqueline MS, and Oktoverano Lengkong. "Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT." *Cogito Smart Journal* 4.1 (2018): 94-103.
- [16] Nurdianto, I. A., & Primawan, A. B. (2020, April). Monitoring Data Curah Hujan Berbasis Internet of Things (IoT). In *Seri Prosiding Seminar Nasional Dinamika Informatika* (Vol. 4, No. 1).
- [17] Handaru, A. A., Afroni, M. J., & Basuki, B. M. (2019). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Hujan Otomatis Menggunakan Modul SIM 900A Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P. *SCIENCE ELECTRO*, 10(1).
- [18] Permana, R. G. (2015). Perancangan Dan Pengujian Penakar Hujan Tipe Tipping Bucket Dengan Sensor Photo-Interrupter Berbasis Arduino. *Inovasi Fisika Indonesia*, 4(3).

- [19] Rahajoeningoem Ivan Heru Saputra, T. (2017). Sistem Monitoring Cuaca dan Deteksi Banjir pada Android Berbasis Internet of Things (IoT). Prosiding SAINTIKS FTIK UNIKOM, 2.
- [20] Girsang, G., Hapsar, G. I., & Suchendra, D. R. (2021). Rancang Bangun Prototipe Pengukuran Kecepatan Angin Dan Arah Angin. eProceedings of Applied Science, 7(6).
- [21] Setyawan, A. B. (2018). Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, dan Suhu pada Lahan Pertanian Menggunakan Protokol MQTT (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [22] "Pengaruh Suhu dan Kelembapan pada Tumbuhan"
<https://www.kompas.com/skola/read/2020/10/09/223258169/pengaruh-suhu-dan-kelembapan-pada-tumbuhan> (Accessed Mar. 30, 2022).
- [23] Anuar, A. F. A., & Karyati, K. (2019). Karakteristik Iklim Mikro Di Bawah Tegakan Sengon-Kacang Panjang Dan Jabon-Buncis. Ulin: Jurnal Hutan Tropis, 3(2), 70-77.
- [24] Dewi, N. K. (2005). Kesesuaian iklim terhadap pertumbuhan tanaman the climate suitability for plant's growth. Mediagro, 1(2).

