

Rancang Bangun AWS Node Untuk Monitoring Lingkungan Berbasis Lora AS923-2 Guna Mendukung Penelitian *Integrated Smart Farming* Di Laboratorium Inacos Universitas Telkom

Design And Build AWS Node For Environmental Monitoring Based On Lora AS923-2 To Support Integrated Smart Farming Research At Inacos Laboratory Telkom University

1st Melina
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
melinaaja@student.telkomuniversity
.ac.id

2nd Denny Darlis
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dennydarlis@telkomuniversity.ac.id

3rd Rizki Ardianto Primadhi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rizkia@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Indonesia adalah negara yang bisa dikatakan memiliki cuaca dan iklim yang khusus dan rumit. karena Indonesia berada pada daerah garis khatulistiwa, berbatasan dengan dua samudera yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik [1]. Keunikan cuaca dan iklim yang dimilikinya ini juga menyebabkan kondisi cuaca akan sangat berpengaruh terhadap kondisi Lingkungan. Maka pengamatan cuaca sangat diperlukan untuk dijadikan bahan memperkirakan cuaca pada waktu yang akan datang. Data cuaca juga bisa dimanfaatkan untuk instansi yang membutuhkan data cuaca seperti salah satunya pada bidang pertanian dan perkebunan [2].

Untuk mengukur cuaca dengan sistem pengamatan secara otomatis maka dibuatlah AWS [3]. Rancang bangun AWS menggunakan Lora AS923-2 sebagai pemanfaatan teknologi Lora AS923-2 untuk keperluan lingkungan penelitian. Melalui pemanfaatan *Integrated Smart Farming* Sistem dapat memberikan nilai tambah ekonomi dan mendorong perekonomian pertumbuhan saat ini dan dapat memanfaatkan sejumlah kecil perangkat tertentu [2]. Untuk merancang suatu sistem *Automatic Weather Station* dengan menggunakan modul komunikasi *wireless* untuk mempermudah pemantauan cuaca pada lingkungan dan lahan perkebunan pemodelan sistem ini menggunakan sensor suhu dan kelembaban, sensor tekanan udara, sensor cahaya, sensor curah hujan, sensor arah angin, serta kecepatan angin. Dari semua node data akan dikirimkan ke *gateway* untuk dipantau [4].

Kata kunci — lingkungan, *integrated smart farming*, *authomatic weather station*, *lora-AS923-2*

Abstract—Indonesia is a country that can be said to have a special and complicated weather and climate. Indonesia is located on the equator, with two oceans namely the Indian Ocean and the Pacific Ocean. The uniqueness of this interesting weather and climate also causes weather conditions to greatly affect environmental conditions. Therefore, the weather is needed to be used as forecast material in the future. Weather data can also be used for institutions that require weather data, such as in agriculture and plantations. To measure the weather with an automatic observation system, AWS was created. The AWS design uses Lora AS923-2 as the utilization of Lora AS923-2 technology for the purposes of the research environment. The use of the *Integrated Smart Farming* System can provide added economic value and drive the current economic growth and can use a small number of certain devices. To design an Automatic weather station system using a wireless communication module to monitor the weather in the environment and plantation land, this system modeling uses temperature and air temperature sensors, light sensors, rainfall sensors, and wind speed. From all node data will be sent to the gateway to be monitored

Keyword — *environmnet*, *integrated smart farming*, *authomatic weather station*, *lora-AS923-2*

I. PENDAHULUAN

Smart Farming adalah istilah baru di sektor pertanian, yang bertujuan untuk mengubah teknik tradisional menjadi solusi inovatif berbasis Teknologi Komunikasi Informasi (TIK). yang dicanangkan Kementerian Pertanian. *Smart farming* mendorong untuk bekerja lebih efisien, terukur, dan terintegrasi. Melalui teknologi, mampu melakukan praktek bertani dengan mengandalkan mekanisasi, dari tanam hingga panen secara akurat. Beberapa teknologi *smart farming* untuk pertanian atau perkebunan serta pengumpulan informasi data cuaca dengan menggunakan sensor suhu dan kelembaban, tekanan udara, sensor cahaya, sensor curah hujan, sensor arah angin, serta kecepatan angin [5].

Automatic Weather Stations banyak digunakan untuk mengumpulkan data meteorologi dan iklim. Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) menyediakan publikasi dengan pedoman untuk implementasi, instalasi, dan penggunaan stasiun-stasiun ini [6]. Di era baru ada kebutuhan yang semakin meningkat untuk penerapan sistem pengamatan otomatis yang akan memberi data waktu nyata yang dibutuhkan untuk merancang dan menerapkan kebijakan lingkungan yang tepat. Dalam Proyek Akhir ini, tinjauan dilakukan mengenai teknologi yang saat ini digunakan untuk penerapan Stasiun Cuaca dengan memanfaatkan Arduino sebagai mikrokontroler dan beberapa sensor yang digunakan untuk parameter cuaca guna mendukung penelitian *Integrated Smart Farming* Di Laboratorium Inacos Universitas Telkom.

Oleh karena itu, pada proyek akhir ini membuat perangkat *AWS Node Sensor* dengan memanfaatkan beberapa sensor yang dapat digunakan untuk monitoring Lingkungan dengan menggunakan Lora berbasis AS923-2. Pada proyek Akhir ini Lora yang digunakan yaitu Lora RFM95 sebagai modul komunikasi *wireless*. Sistem yang dikembangkan ini khusus untuk penerapan Stasiun Cuaca guna mendukung penelitian *Integrated Smart Farming* Di Laboratorium Inacos Universitas

Telkom. Serta untuk membantu mengukur memonitoring cuaca dan mengumpulkan data cuaca secara otomatis kemudian dikirimkan ke *gateway* untuk dipantau di *website* [7].

II. KAJIAN TEORI

A. Automatic Weather Station (AWS)

Automatic Weather Station atau Stasiun cuaca adalah seperangkat alat atau instrumen yang digunakan untuk mengamati kondisi atau perubahan cuaca dan mengirim data secara otomatis. Iklim dan atmosfer di suatu wilayah dan merekamnya kedalam bentuk data. Setelah direkam, data tersebut disimpan kedalam data logger dan selanjutnya untuk dipelajari oleh pengguna atau peneliti [8]

B. AWS Node Sensor

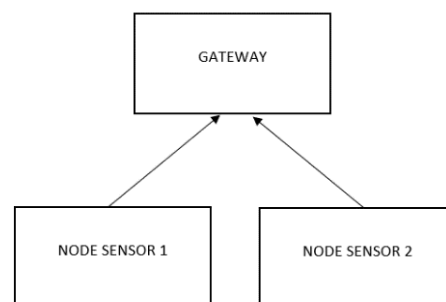
AWS Node Sensor adalah perangkat yang bertanggung jawab untuk pengukuran, pemrosesan dan pengiriman data menuju *gateway*. Pada *AWS Node Sensor* yang dibuat menggunakan Lora RFM95w dengan baterai sebagai catu daya. *AWS Node Sensor* ini terdiri dari beberapa sensor yang digunakan untuk mendeteksi perubahan cuaca diantaranya, sensor suhu dan kelembaban, tekanan udara, intensitas cahaya, kecepatan angin, arah angin, serta sensor curah hujan [9]

C. Serial Peripheral Interface

Serial Peripheral Interface (SPI) adalah protokol sinkron yang memungkinkan komunikasi serial antara master dan perangkat *slave* atau untuk dapat melakukan komunikasi serial antara Arduino dengan *device* lain yang juga menggunakan komunikasi dengan protokol serial. Pada Proyek Akhir ini menggunakan Lora RFM95w yang menggunakan port SPI [10].

D. Topologi

Topologi ini mengacu pada tata letak fisik perangkat pendukungnya dalam suatu jaringan komunikasi antar satu perangkat dengan perangkat lainnya. Fungsi utamanya adalah menggambarkan pola koneksi jaringan *node*. Berikut merupakan Blok diagram Topologi [10]



GAMBAR 2. 1
TOOLOGI

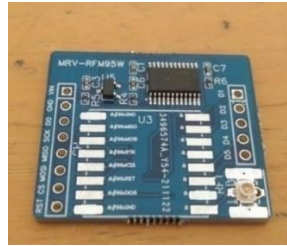
E. Lora RFM95w

Merupakan sistem komunikasi nirkabel atau

komunikasi jarak jauh dan berdaya rendah. Lora

RFM95w ini dapat mencapai sensitivitas dari -111 sampai 136dBm dengan kristal dan bill of material berbiaya rendah. Sensitivitas tinggi yang dikombinasikan dengan penguat daya +20 dBm sehingga optimal untuk aplikasi apapun yang membutuhkan jangkauan atau ketahanan.

Memanfaatkan pita gelombang RF (*Radio Frequency*) 868/915Mhz. Lora RFM95w ini digunakan untuk melakukan pembacaan data kepada *gateway node*.



GAMBAR 2. 2
LORA RFM95W

F. Sensor BME280

Sensor BME280 merupakan modul sensor digital yang dapat mengukur data sensor untuk tekanan udara. Sensor BMP280 ini mendukung antarmuka I2C dan SPI. Prinsip kerja sensor tekanan udara mengandalkan piezoelektrik yang merupakan salah satu jenis sensor tekanan yang

dapat menghasilkan sinyal tegangan keluaran yang sebanding dengan tekanan yang diterapkan. Tekanan udara biasanya digunakan untuk menentukan seberapa tinggi tempat tersebut.



GAMBAR 2. 3
SENSOR BME280

G. Sensor curah hujan

Sensor curah hujan merupakan alat parameter hujan untuk mengukur jumlah curah hujan yang turun ke permukaan tanah pada *Smart Farming* dengan membandingkannya

dengan per satuan luas. data hasil dari pengukuran dapat di kirim melalui komunikasi serial ke lora untuk di kirimkan ke *gateway*.



GAMBAR 2. 4
TIPPING BUCKET

H. Sensor cahaya BH1750

Sensor cahaya BH1750 adalah module intensitas cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. yang didalamnya sudah terdapat rangkaian ADC (*analog to digital*

converter) Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah untuk digunakan. Sensor ini biasa digunakan pada ponsel untuk memanipulasi kecerahan layar berdasarkan pencahayaan lingkungan [11]



GAMBAR 2. 5
SENSOR CAHAYA BH1750

I. Anemometer

Anemometer merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin yang paling banyak digunakan dalam bidang meteorologi dan geofisika atau stasiun perkiraan cuaca. Anemometer ini menggunakan sensor resonansi akustik

(ultrasonik). Satuan yang mengukur kecepatan aliran udara dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Udara dengan suhu yang tinggi mengalami proses pemuaian. Udara yang memuai akan turun tekanannya dan menjadi ringan sehingga bergerak naik [10]

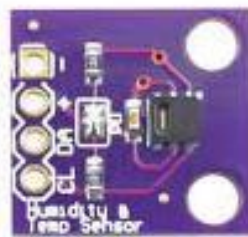


GAMBAR 2. 6
ANEMOMETER

J. SHT20

SHT20 merupakan sensor suhu dan kelembapan dengan ukuran lebar papan 3x3mm dan tinggi 1.1mm sedangkan sensornya sendiri terbuat dari silikon dan dilindungi dari rangka timah berlapis Cu dan hijau. SHT20 disajikan

dengan sensor yang telah terkalibrasi dan penggunaan dayanya rendah yaitu 3.3volt. Untuk penggunaan jangka panjang, SHT20 dapat dikatakan sangat baik dikarenakan akurasi dan stabilitasnya [11].



GAMBAR 2. 7
SHT20

K. Arduino Mega (ATMEGA 2560)

Arduino Mega (ATMEGA 2560) merupakan mikrokontroler pada ATMEGA 2560 mempunyai 54 *input/ output* digital yang mana 16 pin digunakan sebagai PWM keluaran, 16 masukan analog, dan di dalamnya terdapat 16 MHZ. Arduino Mega 2560 dapat bekerja

dengan daya minimal 5V sampai 20V tetapi akan sangat direkomendasikan memberi daya 6 sampai 12 volts demi menghindari *overheat* pada regulator dan merusak papan Arduino tersebut [12]



GAMBAR 2. 8
ARDUINO MEGA (ATMEGA 2560)

L. Wind Vane Direction

Wind Vane Direction merupakan sensor yang digunakan untuk menentukan arah angin, mendeteksi 8 arah angin diantaranya : utara, timur laut, timur, tenggara, selatan, barat daya, barat, barat laut, mempunyai 8 sensor magnetik dan 8 digital *output*.

M. Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung dari satu atau lebih sel elektrokimia untuk memberi daya pada perangkat listrik. Baterai yang digunakan pada Proyek Akhir ini mempunyai tegangan keluaran 3,7 V dengan daya

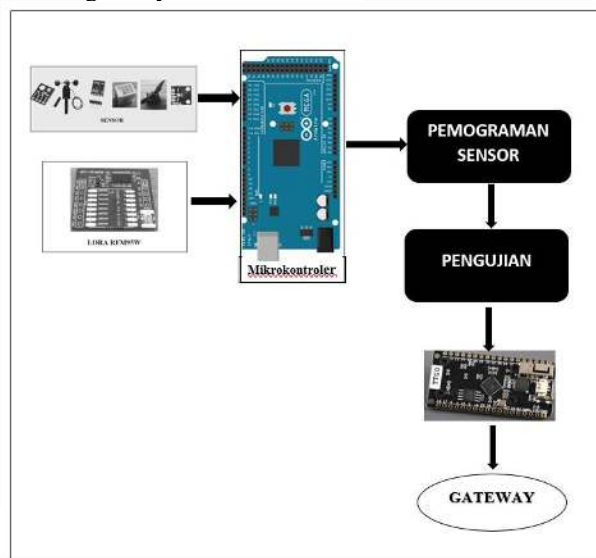
baterai 3000 mAh [10].

N. Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk untuk mengedit, mengkompilasi dan mengunggah kode di Perangkat Arduino serta untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler. Berikut ini IDE Arduino yang dapat dilihat [13].

III. METODE

A. Model Sistem Perancangan AWS Node Berbasis Lora AS923-2



GAMBAR 3. 1
MODEL SISTEM PERANCANGAN AWS

Pada Proyek Akhir ini menjelaskan tentang model perancangan bahwa dari ke enam *Node* sensor diantaranya sensor BMP280, Anemometer, sensor cahaya, sensor curah hujan, sensor SHT20 dan sensor Wind Vine Direction akan dilakukan pemograman sensor untuk pengujian sensor memastikan bahwa sensor berjalan dengan baik. Serta Lora

RFM95w sebagai *Transceiver* untuk mengirim data secara nirkabel. Setelah pengujian bila berhasil Sensor *Node* akan melakukan pembacaan nilai besaran fisis dari sensor yang terpasang. Setelah data dari sensor didapatkan, data tersebut dikirimkan ke *Node gateway* menggunakan modul *Tranceiver* yang terpasang.

B. Diagram Alir Perancangan Sistem AWS Node

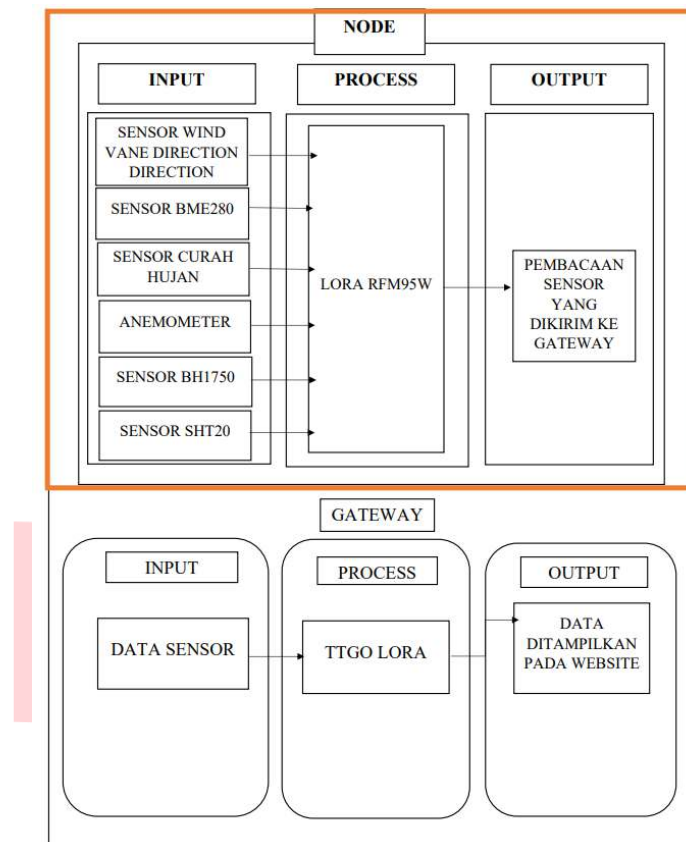


GAMBAR 3. 2
DIAGRAM ALIR SISTEM AWS

Pada Proyek Akhir ini merancang *Automatic Weather Station (AWS) Node* Sensor ditujukan untuk mempermudah dalam pemantauan cuaca dan membaca data sensor dalam *Integrated Smart Farming*. Proses perancangan sistem ditunjukkan oleh Gambar 3.2. Pada bagian ini akan dijelaskan tahapan dan alur proses perencanaan dengan menggunakan mikrokontroler dan modul komunikasi RFM95w. Diagram alir merupakan konsep pengerjaan perangkat keras *node* sensor dari awal hingga pembuatan *hardware* selesai dibuat. Pada tahap perancangan menentukan komponen yang akan digunakan dan sistem yang berjalan pada *hardware*. Selanjutnya

pembelian sensor dan komponen yang dibutuhkan serta melakukan pembuatan desain PCB dengan bantuan *software* Eagle cad. Tahap selanjutnya menentukan pemograman *node* dengan Arduino IDE yang meliputi sensor BMP/E 280 , sensor cahaya, sensor curah hujan, sensor anemometer, sensor SHT20, serta sensor *Wind Vane Direction* dan pengiriman data sensor menggunakan modul komunikasi RFM95w. Jika komponen dari sistem *node* tersebut tidak berjalan maka akan dilakukan evaluasi ulang atau melakukan revisi.

C. Blok Diagram Sistem Keseluruhan Automatic Weather Station



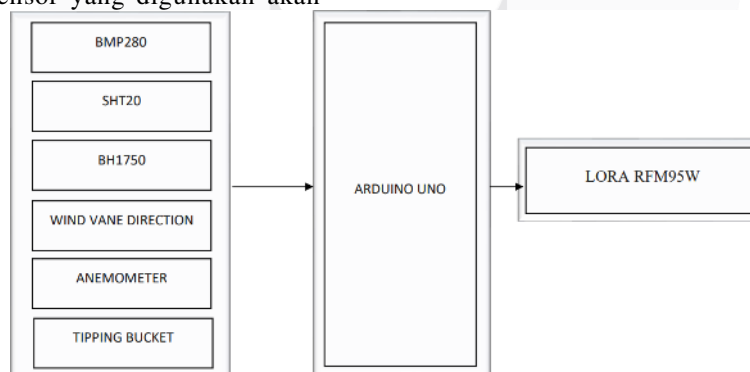
GAMBAR 3.3
BLOK DIAGRAM KESELURUHAN

Node Sensor memiliki tiga bagian utama blok diagram yaitu masukan, proses, dan keluaran. AWS *Node* sensor dalam pengiriman data sensor untuk *Smart Farming* menggunakan 6 sensor yaitu : sensor bme/p280, sensor sht20, sensor curah hujan, anemometer , sensor cahaya dan sensor arah angin atau *Wind Vane Direction*. data yang telah didapatkan oleh sensor-sensor yang digunakan akan

di proses dan dikirim melalui Lora RFM95w sebagai TX. Dari sistem AWS secara keseluruhan. Dimana, hasil pembacaan sensor dari tiga buah *node* akan diteruskan ke *Node Gateway*.

D. Blok Diagram Perangkat Keras AWS Node

Adapun blok diagram Perangkat Keras dari AWS *Node* Sensor seperti pada Gambar berikut ini.



GAMBAR 3.4
BLOK DIAGRAM PERANGKAT KERAS AWS NODE

E. Spesifikasi Lora RFM95W

Modul RFM95W merupakan modul komunikasi Lora *single chanel* [14]. Sistem ini memiliki kemampuan dengan komunikasi jarak jauh hingga 8 km sampai

15 km dengan kondisi yang LOS (*Line OF Sight*) . Memanfaatkan pita gelombang RF (*Radio Frequency*) 868/915Mhz serta berdaya rendah

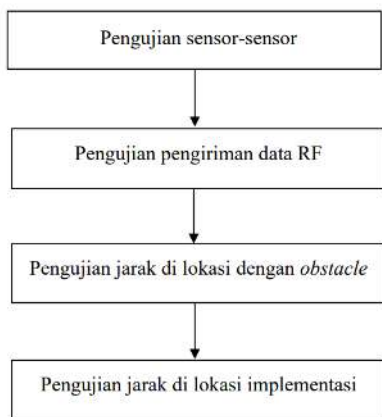
TABEL 3. 1
SPESIFIKASI LORA RFM95W

Spesifikasi Lora RFM95w	
Pita frekuensi	868 / 915 Mhz
Faktor penyebaran	6 - 12
Bandwidth	125 – 500Khz
Kecepatan bit	293 – 37,5 kbps
Perkiraan sensitivitas	-111 - -136 dBm

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Skenario Pengujian Perangkat

Pada BAB ini akan dilakukan pengujian dan analisis hasil simulasi perancangan yang telah dilakukan dari perangkat *Node* Sensor yang telah dibuat oleh penulis. Untuk melakukan data sensor pada *Node* telah terbaca dan terkirim maka dilakukan pengujian untuk memastikan data telah terbaca oleh mikrokontroler kemudian dikirim dengan menggunakan modul komunikasi yaitu menggunakan Lora RFM95w. pengujian yang dilakukan penulis dengan membaca data dari sensor-sensor yang telah diproses dan diolah oleh Arduino agar menghasilkan nilai yang sesuai dan sebenarnya.



GAMBAR 4. 1
SKENARIO PENGUJIAN PERANGKAT

Pada Gambar 4.1 merupakan *scenario* pengujian sistem pada Proyek Akhir ini. Pengujian dilakukan dengan meletakkan perangkat pengirim lalu perangkat penerima menjauhi perangkat pengirim dengan parameter jarak yang sudah ditentukan sebelumnya.

Pada pengujian masing-masing sensor cahaya BH1750 dibandingkan dengan menggunakan aplikasi lux meter diuji dalam dua kondisi yang sama dan secara bersamaan, sensor suhu dan kelembaban SHT20 dibandingkan dengan HTC-1 diuji dengan mengambil beberapa sampel dan dilakukan dengan cara bersamaan, sensor BMP280 dibandingkan dengan nilai dari BMKG dan diuji di area yang

sama. Pada pengujian sensor curah hujan dilakukan dengan perbandingan nilai perhitungan manual berdasarkan spesifikasi sensor dan nilai sensor curah hujan yang digunakan, untuk sensor arah angin pengujiannya dengan cara meletakkan kipas angin di 8 titik arah mata angin yang berbeda dan dilakukan di berbagai jarak yang berbeda, agar mendapatkan kecepatan angin yang berbeda juga, sehingga semakin jauh sensor arah angin dari sumber angin maka kecepatan angin semakin lambat untuk arah gerak angin sendiri diukur melalui *hall effect* sensor yang dihasilkan Ketika palang angin berpindah posisi saat angin berhembus. Pada sensor kecepatan angin anemometer menggunakan pembanding merk edison. Pada pengujian ini penulis melakukan percobaan dengan kipas angin sebagai sumber angin dan meletakkan kipas angin dengan jarak yang berbeda beda dan dilakukan secara bersamaan.

B. Persamaan Nilai Akurasi Setiap Sensor

Untuk mendapatkan nilai akurasi dengan nilai *error* dari setiap percobaan yang telah dikerjakan penulis menggunakan persamaan seperti :

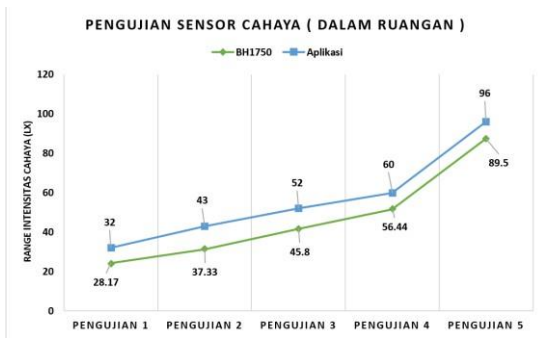
$$\text{Akurasi} = 100\% - \% \text{error}$$

Dengan,

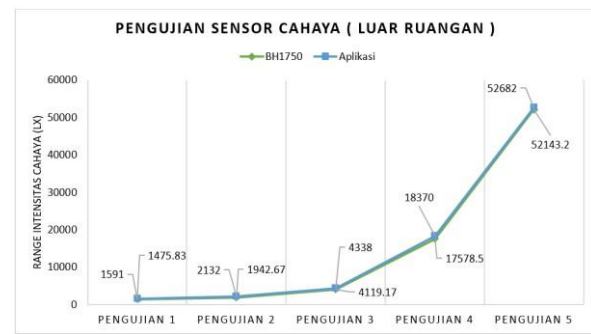
$$\% \text{error} = \frac{\text{Nilai pengukuran} - \text{Nilai sebenarnya}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100$$

C. Pengujian Akurasi Sensor Cahaya BH1750

Pada pengujian intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 yang digunakan pada Proyek Akhir ini. Dan untuk pembandingnya menggunakan Aplikasi lux meter pengujian ini dilakukan dalam dua kondisi yaitu didalam ruangan dan diluar ruangan pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sensor yang digunakan pada Proyek Akhir ini dapat digunakan dengan baik dan mendapatkan nilai dengan akurasi yang sesuai atau mendekati dengan nilai pembanding.



(a)



(b)

GAMBAR 4. 2
PADA GAMBAR (A) GRAFIK PENGUJIAN DI DALAM RUANGAN DAN GAMBAR (B) GRAFIK PENGUJIAN DI LUAR RUANGAN KELEMBAPAN

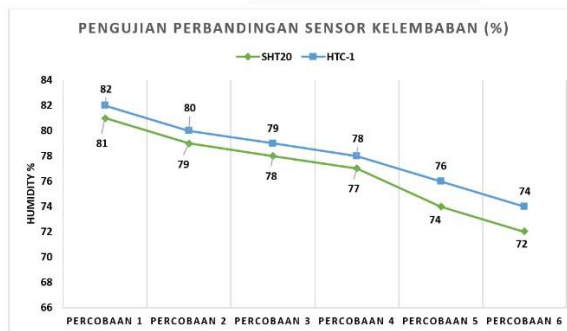
Pada grafik diatas menunjukan hasil perbandingan dari pengujian dalam dua kondisi menggunakan sensor cahaya BH1750 dan Aplikasi lux meter sebagai pembandingan. Dapat disimpulkan dari grafik tersebut menghasilkan akurasi yang cukup baik pada dua kondisi. Untuk kondisi didalam ruangan

nilai *error* rata-rata keseluruhan 8,8%. Sedangkan untuk kondisi diluar ruangan nilai *error* rata-rata keseluruhannya 5,2%. Dari hasil tersebut dan dalam dua kondisi membuktikan untuk intensitas cahaya sudah cukup baik.

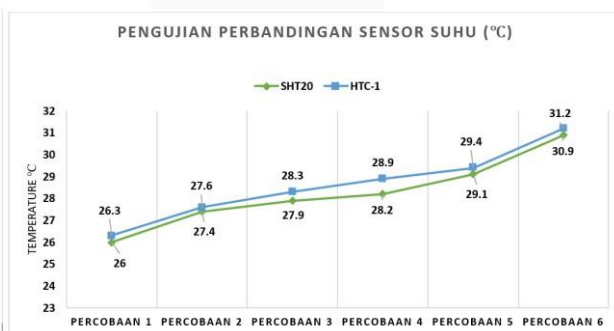
D. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan

Pada pengujian sensor suhu (°C) dan kelembapan (%) ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang digunakan berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan Proyek Akhir ini. Penulis melakukan pengujian menggunakan sensor SHT20 yang

digunakan pada Proyek Akhir dan menggunakan HTC-1 sebagai pembandingnya. Cara pengujiannya membandingkan antara sensor SHT20 dan HTC-1 yaitu mengambil beberapa sampel dalam beberapa kondisi dan digunakan dengan cara bersamaan



(a)



(b)

GAMBAR 4. 3

GAMBAR (A) MERUPAKAN GRAFIK PENGUJIAN SENSOR SUHU DAN GAMBAR (B) MERUPAKAN GRAFIK PENGUJIAN SENSOR

Pada pengujian perbandingan parameter suhu dan kelembapan diatas dapat disimpulkan dari grafik tersebut terlihat akurasi yang cukup baik antara kedua sensor, sensor suhu dan kelembapan SHT20 yang digunakan pada

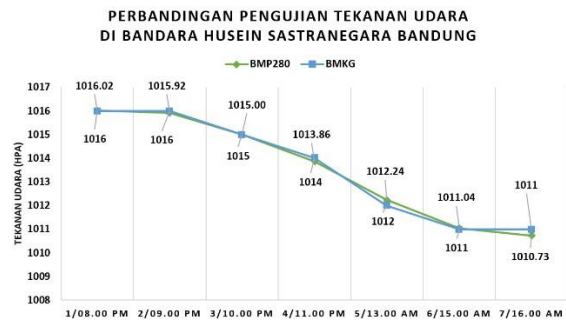
Proyek Akhir ini. maupun HTC-1 sebagai pembandingan. Untuk rata-rata nilai *error* pada suhu yaitu 1,1% sedangkan untuk kelembapan yaitu 1,3%.

E. Pengujian Sensor Tekanan Udara

Pada pengujian sensor tekanan udara yaitu menggunakan perbandingan dengan nilai tekanan udara dari BMKG dan sensor yang digunakan pada Proyek ini adalah BMP280. Untuk area yang diuji yaitu di Jl. Bandara Husein Sastranegara sedangkan untuk data BMKG sendiri di cek pada *website* resmi BMKG Indonesia dan dicari sesuai hari yang diuji. Pengujian ini menggunakan 5 sampel data disetiap jam , lalu untuk sampel nilai sensor

BMP280 dalam satu jam dihasilkan dengan nilai rata-rata karena mengikuti tekanan udara

pada BMKG yang muncul disetiap satu jam serta bisa dicari nilai akurasi dan nilai *error*nya.



GAMBAR 4. 4
GRAFIK PENGUJIAN SENSOR TEKANAN UDARA

perhitungan manual

Pada grafik diatas menunjukan perbandingan nilai dari tekanan udara dari sensor yang digunakan yaitu bmp280 dan *website* BMKG dalam pengujian didaerah yang sama dan di jam yang sama. Dapat disimpulkan bahwa dari grafik tersebut mendapat nilai akurasi yang baik antara sensor yang digunakan pada Proyek Akhir ini dan pembandingnya. Nilai *error* rata-ratanya yaitu 0.04% dan nilai akurasinya yaitu 99.98% . Untuk perbedaan yang signifikan dapat ditentukan saat pengujian sensor, BMP280 diukur didalam rumah dan untuk pengukuran BMKG diluar rumah atau lapangan terbuka.

F. Pengujian Sensor Curah Hujan

1. Kalibrasi Sensor Curah Hujan dengan

$$\text{dengan persamaan : } V = \frac{\text{Banyak Air yang tertampung oleh corong}}{\text{Banyak Jungkitan yang didapatkan}}$$

$$V = \frac{50 \text{ ml}}{20} = 2,5$$

Pada kalibrasi sensor curah hujan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai curah hujan dengan perhitungan manual yang sesuai dengan spesifikasi alat yang telah digunakan. Kalibrasi sensor curah hujan ini penulis melakukan percobaan dengan menyemprotkan 50 ml air. Dan dihitung dalam 50 ml ini penampung air mendapatkan berapa kali jungkitan. Setelah melakukan percobaan penulis mendapatkan 20 jungkitan dalam 50 ml air yang telah disemprotkan ke corong. Setelah mendapat jumlah jungkitan selanjutnya mencari Volume *Tipping Bucket* (V) .

Untuk mendapatkan nilai curah hujan dari penakar tipe *Tipping Bucket* dapat ditemukan dengan rumus :

$$T = \frac{V \times JT}{A}$$

Keterangan :

T = Curah Hujan (mm)

JT = Jumlah *Tipping*

V = Volume *Tipping Bucket* (mm³)

A = Luas Penampang Corong (cm²)



GAMBAR 4. 5
STRUKTUR PENAMPANG CORONG

Diketahui :

- a. Luas Penampang Corong

$$A = P \times L$$

$$A = 5,5 \text{ cm} \times 3,5 \text{ cm}$$

b. Volume Tipping Bucket

c. Curah Hujan :

$$A = 19,25 \text{ cm}^2 \text{ atau } A = 1925 \text{ mm}^2$$

$$V = 2,5 \text{ ml atau } V = 2500 \text{ mm}^3$$

$$T = \frac{V \times J/T}{A}$$

$$T = \frac{2500 \text{ mm}^3 \times 1}{1925 \text{ mm}^2}$$

$$T = 1,298 \text{ mm}$$

Dapat disimpulkan dengan perhitungan yang sesuai spesifikasi alat yang digunakan pada Proyek Akhir ini mendapatkan nilai curah hujan daam satu jungkitan yaitu bernilai 1,298 mm.

- Membandingkan nilai perhitungan curah hujan manual dan nilai yang terbaca oleh sensor

Pada pengujian sensor curah hujan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai yang sesuai dan mendekati dengan perhitungan curah hujan manual sesuai dengan persamaan yang ada, sehingga penulis dapat

membandingkan dari 2 hasil pengujian yang telah dilakukan. Untuk pengujiannya melakukan percobaan dengan menyemprotkan air menggunakan semprotan yang sudah dituangkan dari gelas ukur sebelumnya sesuai dengan banyaknya air yang telah ditentukan dan disemprotkan ke corong yaitu 50ml, 100ml, 150ml, 200ml, 250ml, dan 350ml.



GAMBAR 4.6
GRAFIK PENGUJIAN SENSOR CURAH HUJAN

Gambar 4.6 merupakan dua grafik hasil dari pengujian sensor curah hujan dengan perhitungan manual berdasarkan spesifikasi alat yang digunakan dan hasil pengujian curah hujan dari sensor curah hujan yang digunakan. Dapat disimpulkan dari grafik tersebut terlihat akurasi dan perbandingan dari keduanya tidak jauh berbeda dan rata-rata hanya memiliki nilai *error* sebesar 2,1 %. Bisa dilihat pada grafik percobaan ke 6 dan 7 dengan menyemprotkan air sebanyak 300ml dan 350ml mendapat perbedaan paling banyak dibandingkan dengan percobaan yang lainnya.

G. Pengujian Sensor Arah Angin

Pengujian Sensor *Wind Vane Direction* atau arah angin ini bertujuan untuk mengetahui alat yang digunakan pada Proyek Akhir ini berjalan dengan baik dan sesuai Proyek Akhir. Untuk arah gerak angin diukur melalui *hall effect* sensor yang dihasilkan Ketika palang angin berpindah

posisi saat angin berhembus. Pengujian pengukuran gerak angin ini dilakukan dengan mengamati arah angin yang dihasilkan oleh pembacaan *hall effect* sensor. Pengujian alat dilakukan dengan cara meletakkan kipas angin di 8 titik arah mata angin yang berbeda dan dilakukan di berbagai jarak yang berbeda, agar mendapatkan kecepatan angin yang berbeda juga, sehingga semakin jauh sensor arah angin dari sumber angin maka kecepatan angin semakin lambat. Hal tersebut dilakukan agar penulis dapat mengetahui berapa kecepatan angin minimum untuk mengetahui sensor yang digunakan berfungsi dengan baik dan pada kecepatan angin berapa sensor kurang berjalan dengan baik. Berikut pengujian sensor arah angin yang telah dilakukan oleh penulis

- Pengujian dengan jarak 40cm dan 80 cm dari sumber angin;

TABEL 4. 1
PENGUJIAN DENGAN JARAK 40CM DAN 80 CM DARI SUMBER ANGIN

Sumber Angin	Arah Sumber Angin yang Terbaca Sensor	Kecepatan Angin (m/s)	Keterangan	Sumber Angin	Arah Sumber Angin yang Terbaca Sensor	Kecepatan Angin (m/s)	Keterangan
Utara	Utara	2,7	Benar	Utara	Utara	1,8	Benar
Timur Laut	Timur Laut	2,8	Benar	Timur Laut	Timur Laut	2,0	Benar
Timur	Timur	2,8	Benar	Timur	Timur	1,9	Benar
Tenggara	Tenggara	2,7	Benar	Tenggara	Tenggara	2,0	Benar
Selatan	Selatan	2,9	Benar	Selatan	Selatan	1,9	Benar
Barat Daya	Barat Daya	2,8	Benar	Barat Daya	Barat Daya	1,9	Benar
Barat	Barat	2,8	Benar	Barat	Barat	1,8	Benar
Barat Laut	Barat Laut	2,7	Benar	Barat Laut	Barat Laut	1,8	Benar

2. Pengujian dengan jarak 120 cm dari sumber angin

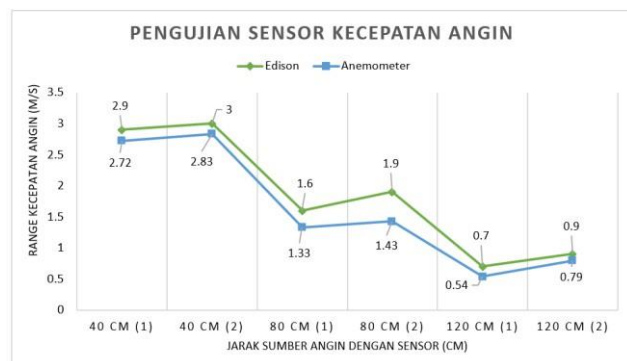
TABEL 4. 2
PENGUJIAN DENGAN JARAK 120 CM DARI SUMBER ANGIN

Sumber Angin	Arah Sumber Angin yang Terbaca Sensor	Kecepatan Angin (m/s)	Keterangan
Utara	Tenggara	0,6	Salah
Timur Laut	selatan	0,7	Salah
Timur	Timur	0,5	Salah
Tenggara	Barat	0,8	Salah
Selatan	Barat laut	0,5	Salah
Barat Daya	Utara	0,4	Salah
Barat	Timur Laut	0,7	Salah
Barat Laut	Barat Daya	0,5	Salah

Pada tabel 4.1 dan 4.2 memperlihatkan data pengujian sensor arah angin dari jarak yang berbeda, yaitu pada jarak 40cm, 80cm, dan 120cm. Pada tabel 4.1 terlihat bahwa sistem bekerja dengan baik. Palang angin menunjuk kearah berlawanan dengan sumber angin sehingga menghasilkan nilai mata angin yang berlawanan juga dengan arah mata angin dari sumber angin. Terlihat sensor arah angin yang digunakan pada Proyek Akhir ini bekerja dengan baik jika kecepatan angin yang digunakan diatas 1m/s. Untuk table 4.2 bisa terlihat sensor yang digunakan pada Proyek Akhir ini kurang berjalan dengan baik pada kecepatan angin dibawah 1m/s.

H. Pengujian Sensor Anemometer

Pada pengujian sensor kecepatan angin atau anemometer yang digunakan pada Proyek Akhir ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kecepatan yang sesuai atau mendekati dengan alat ukur kecepatan angin yang sebenarnya (alat ukur pembanding). Pada pengujian ini penulis melakukan percobaan dengan kipas angin sebagai sumber angin dan meletakkan kipas angin dengan jarak yang berbeda beda. Melalui pengujian tersesebut dapat diketahui tingkat pengukuran alat yang digunakan pada Proyek Akhir ini dan pengukuran dengan alat ukur pembanding yang digunakan .



GAMBAR 4. 7
GRAFIK PENGUJIAN KECEPATAN ANGIN

Pada grafik diatas ditampilkan hasil percobaan pengujian sensor kecepatan angin dari Anemometer yang digunakan pada Proyek Akhir ini dengan kecepatan angin merk Edison sebagai pembandingnya. Dapat disimpulkan dari grafik tersebut terlihat akurasi yang cukup baik antara kedua sensor yang digunakan. Dan rata-rata memiliki nilai *error* 15.8%. Karena perbedaan material dan beban baling-baling antara merk Edison dan sensor Anemometer berbeda, perbedaan material dan beban sensor Anemometer menyebabkan putaran baling-baling dari sensor anemometer yang digunakan ini sedikit lebih lambat dibanding merk edison.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama percobaan pengujian jarak pengiriman data sensor yaitu semakin jauh jarak pengiriman maka akan mengalami penurunan tingkat keberhasilan yang di sebabkan oleh adanya gangguan atau *obstacle*.

1. Berdasarkan hasil pengujian sensor cahaya BH1750, alat pengukur Intensitas cahaya dapat berjalan dengan baik untuk nilai akurasi didalam ruangan yaitu 89.2% dan nilai *error*nya 10.8% sedangkan untuk nilai akurasi diluar ruangan yaitu 94.8 % dan nilai *error*nya 5.2% .
2. Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu dan kelembaban SHT20, untuk parameter suhu dan kelembaban udara, alat pengukur suhu dan kelembaban yang telah dirancang ini dapat berjalan dengan baik dengan akurasi 98.9% dan 98.7 %.
3. Berdasarkan hasil pengujian sensor curah hujan pada, alat pengukur curah hujan yang telah dirancang ini dapat berjalan dengan baik dengan nilai akurasi 97.9 % dan nilai *error*nya 2.1% .
4. Berdasarkan hasil pengujian sensor arah

angin pada, alat pembaca arah angin yang digunakan dapat berjalan dengan baik diatas kecepatan 1m/s sesuai dengan tujuan Proyek Akhir ini dapat mengukur 8 arah mata angin dengan perubahan pembacaan arah angin sedangkan untuk kecepatan dibawah 1m/s alat yang digunakan ini tidak berjalan dengan baik.

5. Berdasarkan hasil pengujian sensor kecepatan angin, alat pengukur kecepatan angin yang digunakan pada Proyek Akhir ini cukup berjalan dengan baik dengan tingkat akurasi sebesar 84.2% dan *error* sebanyak 15.8%. 6. Berdasarkan hasil pengujian sensor tekanan udara, alat pengukur tekanan udara yang digunakan dapat berjalan dengan baik, untuk nilai akurasinya yaitu 99.96% dan nilai *error*nya 0.04%.

REFERENSI

- [1] N. A. S. Putro, C. Atmaji, K. Devianto, and Z. Y. Perwira, "Peningkatan Skalabilitas Mini Weather Station Portable berbasis Internet of Things," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 9, no. 2, p. 203, 2019, doi: 10.22146/ijeis.50377.
- [2] A. Risdawati AP, C. Pertiwi, and A. Oktarina, "Integrated smart farming system in developing potential products of the village," *E3S Web Conf.*, vol. 306, p. 05014, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202130605014.
- [3] A. Ramadhani, A. Rusdinar, and A. Z. Fuadi, "Data Komunikasi Secara Real Time Menggunakan Long Range (LORA) Berbasis Internet of Things untuk Pembuatan Weather Station," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, p. 4259, 2021.
- [4] G. Machfud, Muhammad Salim; Sanjaya, Mada ; Ari, "RANCANG BANGUN AUTOMATIC WEATHER STATION (AWS) MENGGUNAKAN RASPBERRY PI," *ALHAZEN J. Phys.*, pp. 48–57, 2016.
- [5] P. P. Jayaraman, A. Yavari, D. Georgakopoulos, A. Morshed, and A. Zaslavsky, "Internet of things platform for smart farming: Experiences and lessons learnt," *Sensors (Switzerland)*, vol. 16, no. 11, pp. 1–17, 2016, doi: 10.3390/s16111884.
- [6] K. Ioannou, D. Karampatzakis, P. Amanatidis, V. Aggelopoulos, and I. Karmiris, "Low-cost automatic weather stations in the internet of things," *Inf.*, vol. 12, no. 4, pp. 1–21, 2021, doi: 10.3390/info12040146.
- [13] M. Fezari and A. A. D. Al Zaytoona, "Integrated Development Environment 'IDE' For Arduino," *ResearchGate*, no. October, 2018, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328615543>
- [14] A. A. Nurhadi, D. Darlis, and M. A. Murti,
- [7] S. Ghosh, Mousumi; Singh, Jitendra; Sekharan, Sheeba; Ghosh, "Rationalization of automatic weather stations network over a coastal urban catchment: A multivariate approach," *Atmos. Res.*, vol. 254, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105511>.
- [8] D. Angela, T. A. Nugroho, B. Gultom, and Y. Yonata, "Perancangan Sensor Kecepatan dan Arah Angin untuk Automatic Weather Station (AWS)," *J. Telemat.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [9] S. Ranjitkar *et al.*, "Climate modelling for agroforestry species selection in Yunnan Province, China," *Environ. Model. Softw.*, vol. 75, no. April, pp. 263–272, 2016, doi: 10.1016/j.envsoft.2015.10.027.
- [10] A. Maharani, M. Taduri, D. Darlis, and D. A. Nurmantris, *Rancang Bangun Aws Node Untuk Monitoring Cuaca Di Perkebunan Teh Pptk Gambung Berbasis Nrf24L01 Design of Aws Node for Weather Monitoring in Tea Plantation Pptk Gambung Based on Nrf24L01*, vol. 7, no. 6. 2021.
- [11] F. J. ARRIDHA, *PEMANTAUAN CUACA BERBASIS WEB UNTUK SUHU, KELEMBAPAN, INTENSITAS CAHAYA, DAN TEKANAN UDARA*. 2021.
- [12] J. Arifin, L. N. Zulita, and H. Hermawansyah, "Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560," *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 89–98, 2016, doi: 10.37676/jmi.v12i1.276.
- "Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 13, no. 1, pp. 17– 21, 2021, doi: 10.31937/sk.v13i1.2065.