

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

Ayuni Maharani Mella Taduri Daryaman¹, Denny Darlis², Dwi Andi Nurmantris³

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

ayunimaharanimtd@student.telkomuniversity.ac.id¹, denny.darlis@telkomuniversity.ac.id²,
dwiandi@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) merupakan tanaman tahunan, sehingga lebih cocok ditanam di daerah pegunungan. Lingkungan fisik yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman teh ialah iklim dan tanah. Oleh karena itu, keadaan cuaca di tempat penanaman teh sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman tersebut. Perangkat ini merupakan perangkat AWS Node Sensor yang dibuat dengan menggabungkan beberapa sensor. Akses pengiriman data menggunakan wireless NRF24L01 yang dapat berfungsi sebagai transceiver. Perangkat yang dibuat adalah tiga buah perangkat AWS Node Sensor yang dapat digunakan sebagai sistem pemantauan cuaca dengan spesifikasi konsumsi arus listrik 64.2 mA dengan tegangan baterai 8.2 V. Dari hasil pengujian, perangkat ini mampu membaca nilai setiap sensor dan 100 % dapat bekerja dengan baik. Sensor suhu dengan rentang error 2 %, sensor kelembaban dengan rentang error 0.851 %. Sensor hujan dengan rentang error 0 %, soil moisture dengan rentang error 0 %, anemometer sensor dengan rentang error 2 % dan sensor cahaya dengan rentang error 13 %. Rata-rata pengiriman waktu AWS Node Sensor ini mencapai 0.316152 second. Kinerja komunikasi NRF24L01 digunakan dalam kondisi Non-Los dapat mencapai 170 meter di Pekebunan Teh dan Kina (PPTK) Gambung.

Kata kunci: *AWS Node Sensor, NRF24L01, Wireless, Transceiver, error*

Abstract

The tea plant (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) is an annual plant, so it is more suitable to be planted in mountainous areas. The physical environment that most influences the growth of tea plants is climate and soil. Therefore, the weather conditions in the tea plantations greatly affect the growth of these plants. This device is an AWS Node Sensor device created by combining multiple sensors. Access data transmission using wireless NRF24L01 which can function as a transceiver. The device made is an AWS Node Sensor device that can be used as a three-time monitoring system with specifications for electric current consumption of 64.2 mA with a battery voltage of 8.2 V. From the test results, this device is able to read every sensor and 100% can work well. Temperature sensor with an error range of 2%, humidity sensor with an error range of 0.851%. Rain sensor with 0% error range, soil moisture with 0% error range, anemometer sensor with 2% error range and sensor error range with 13% error range. The average delivery time of this AWS Node Sensor is 0.316152 seconds. The communication performance of NRF24L01 used in Non-Los conditions can reach 170 meters at the Gambung Tea and Quinine Plantation (PPTK).

Keyword: *AWS Node Sensor, NRF24L01, Wireless, Transceiver, error*

1. PENDAHULUAN

Tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) merupakan tanaman tahunan, berasal dari daerah subtropis, sehingga cocok di tanam di daerah pegunungan. Lingkungan fisik yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman teh ialah iklim dan tanah [1]. Faktor iklim yang mempengaruhi keberhasilan pertumbuhan teh. Tanaman teh tidak tahan terhadap kekeringan dan pertumbuhan pucuk tanaman teh sangat dipengaruhi oleh curah hujan serta penyinaran matahari (Kartawijaya, 1995) [4]. Oleh karena itu, kenaikan suhu, peningkatan CO₂ dan curah hujan ekstrim (hujan lebat dan kekeringan) yang ditimbulkan oleh perubahan iklim (pemanasan global) dapat mempengaruhi produksi dan kualitas teh (Patra, et al., 2013) [5].

Oleh karena itu, pada proyek akhir ini penulis membuat perangkat *AWS Node Sensor* dengan memanfaatkan arduino uno dan beberapa sensor yang dapat digunakan untuk mengukur parameter cuaca serta menggunakan baterai sebagai sumber catu daya dan modul NRF24L01 sebagai modul komunikasi *wireless*. Sistem informasi monitoring cuaca yang dikembangkan ini khusus untuk mengukur dan memonitoring cuaca pada perkebunan teh di Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Gambung, Jawa Barat. Sehingga, sistem ini dapat membantu pengumpulan data cuaca secara otomatis.

Selain itu, dengan adanya penelitian ini dapat menambah inovasi dari pengembangan penelitian *Automatic Wheater Station* di PPTK Gambung, Jawa Barat yang digunakan untuk pemantauan cuaca di Perkebunan Teh Gambung.

2. DASAR TEORI

2.1 *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 Arduino uno dengan baterai sebagai catu daya. *AWS Node Sensor* ini terdiri dari beberapa sensor yang digunakan untuk mendeteksi perubahan cuaca diantaranya, sensor kelembapan udara dan suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya, kecepatan angin dan sensor hujan.

2.2 *Automatic Weather Station (AWS)*

Automatic Weather Station didefinisikan sebagai stasiun meteorologi yang melakukan pengamatan dan mengirim secara otomatis (WMO 1992) [6]. *Automatic Weather Station* adalah alat pengukur cuaca otomatis yang dikembangkan dari alat sebelumnya yaitu versi tradisionalnya dan kini dibuat versi otomatis yang bertujuan untuk menghemat tenaga kerja manusia dan memungkinkan pengukuran di daerah-daerah terpencil [7].

2.3 *Komunikasi Gelombang Radio*

Komunikasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan beragam media transmisi, diantaranya menggunakan kabel (*wireline*) dan nirkabel (*wireless*). Pada Proyek Akhir ini menggunakan media transmisi gelombang radio dengan memanfaatkan modul NRF24L01 yang akan berfungsi sebagai *transceiver* untuk mengirim dan menerima data dan berkomunikasi dengan memanfaatkan fasilitas SPI (*Serial Peripheral Interface*) bus yang telah disediakan oleh arduino [8].

2.4 *Komunikasi Data Serial*

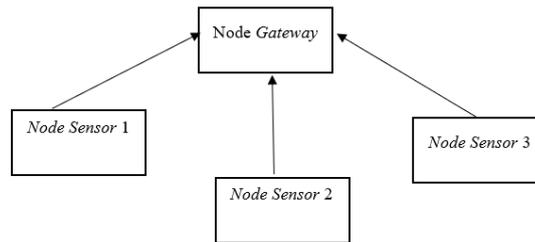
Komunikasi serial adalah sebuah komunikasi yang terjadi dengan mengirimkan data per-bit secara berurutan dan bergantian. Fungsi dari komunikasi serial ini adalah memungkinkan terjadinya pertukaran informasi antara papan arduino dan *computer*. Komunikasi serial disini adalah komunikasi menggunakan UART/USART (*Universal Synchronous/ Asynchronous Receiver Transmitter*). Protokol ini dapat digunakan sebagai antarmuka antara arduino dan perangkat lainnya [9].

2.5 *Serial Paripheral Interface (SPI)*

SPI adalah data bus pada mikrokontroler (salah satunya Arduino) untuk dapat melakukan komunikasi serial antara Arduino dengan *device* lain yang juga menggunakan komunikasi dengan protocol serial. Pada proyek akhir ini menggunakan modul radio NRF24L01PA+LNA yang menggunakan port SPI [10].

2.6 *Topologi*

Topologi jaringan mengacu pada tata letak fisik perangkat dan pendukungnya dalam suatu jaringan komunikasi antar perangkat satu dan lainnya. Fungsi utama dari topologi adalah menggambarkan pola koneksi jaringan *node*. Pada proyek akhir ini menggunakan topologi *star*.



Gambar 1 Topologi Star

2.7 Module Wireless NRF24L01

Module Wireless NRF24L01 adalah modul komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang RF (*Radio Frequency*) 2.4GHz yang didesain untuk jaringan nirkabel yang membutuhkan penggunaan daya sangat rendah [11]. Modul ini cocok digunakan dengan *Microcontroller* Arduino. Modul ini dioperasikan dan diatur menggunakan antar muka *Serial Peripheral Interface* (SPI) [12].



Gambar 2 Module Wireless NRF24L01

2.8 Arduino Uno

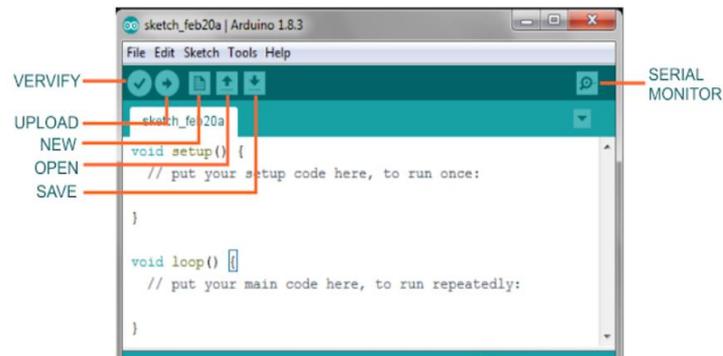
Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, yang diturunkan dari wiring *platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronika dalam berbagai bidang. *Hardware* arduino ini memiliki prosesor Atmel AVR dan *software* arduino memiliki bahasa pemrograman C. Arduino merupakan *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 [13].



Gambar 3 Arduino Uno

2.9 IDE Arduino

IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino [14]. IDE arduino adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler.



Gambar 4 IDE Arduino

2.10 Baterai 18650

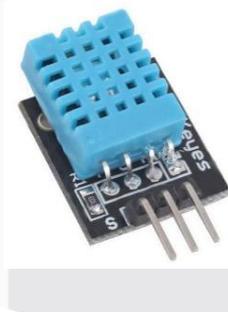
Baterai merupakan perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat di konversi menjadi daya. Baterai 18650 yang digunakan pada Proyek akhir ini mempunyai tegangan keluaran 3,7 V dengan daya baterai 3000 mAh.



Gambar 5 Baterai 18650

2.11 Sensor DHT11

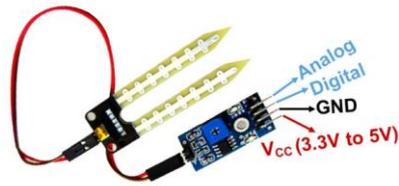
Sensor DHT11 adalah salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus yaitu suhu dan kelembapan udara. Sensor DHT11 memiliki 3 konektor yaitu, konektor *Ground* dimasukkan ke pin *ground* pada arduino, konektor ditengah adalah data dimasukkan ke salah satu pin digital, dan untuk konektor VCC adalah konektor *power*. Jadi untuk VCC dimasukkan ke pin *power 5v* [15].



Gambar 6 Sensor DHT11

2.12 Soil Moisture Sensor

Sensor Soil Moisture adalah suatu modul yang berfungsi untuk mengukur kadar air dan mendeteksi kelembapan tanah pada tanaman. *Soil Moisture Sensor* merupakan sensor yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah.



Gambar 7 Soil Moisture Sensor

2.13 Sensor Anemometer

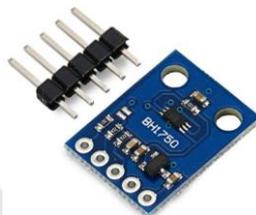
Sensor Anemometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur atau menentukan kecepatan angin dan anemometer merupakan suatu *instrument* yang sering digunakan dalam stasiun cuaca [17].



Gambar 8 Sensor Anemometer

2.14 Sensor Cahaya BH1750

Sensor cahaya BH1750 merupakan modul sensor intensitas cahaya dengan keluaran sinyal digital dengan resolusi 16 bit, yang didalamnya sudah terdapat rangkaian ADC (*analog to digital converter*) yang dapat langsung mengeluarkan sinyal digital dan tidak membutuhkan perhitungan rumit. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah untuk digunakan [18].



Gambar 9 Sensor Cahaya BH1750

2.15 Sensor Hujan

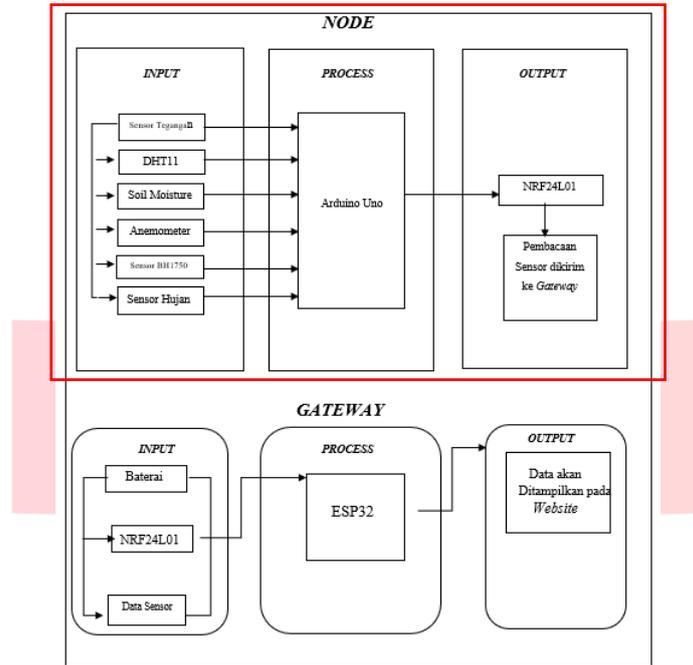
Sensor Hujan adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi terjadinya hujan atau tidak. Sensor ini menggunakan panel sebagai *detector* atau pendeteksi airnya. Cara kerja dari sensor hujan ini adalah pada saat air hujan mengenai panel sensor, maka akan terjadi proses elektrolisis oleh air hujan tersebut karena air hujan termasuk kedalam cairan elektrolit yaitu cairan yang dapat menghantarkan arus listrik [19].



Gambar 10 Sensor Hujan

3. PERANCANGAN SISTEM

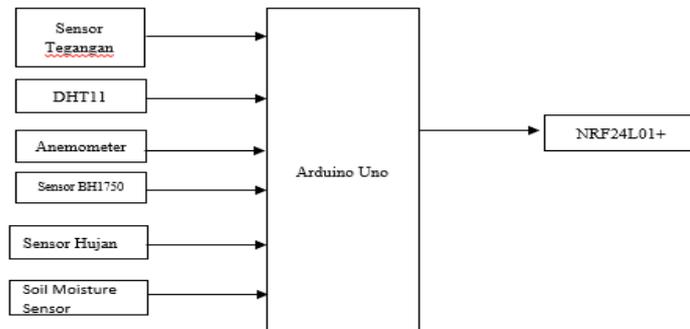
3.1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan AWS



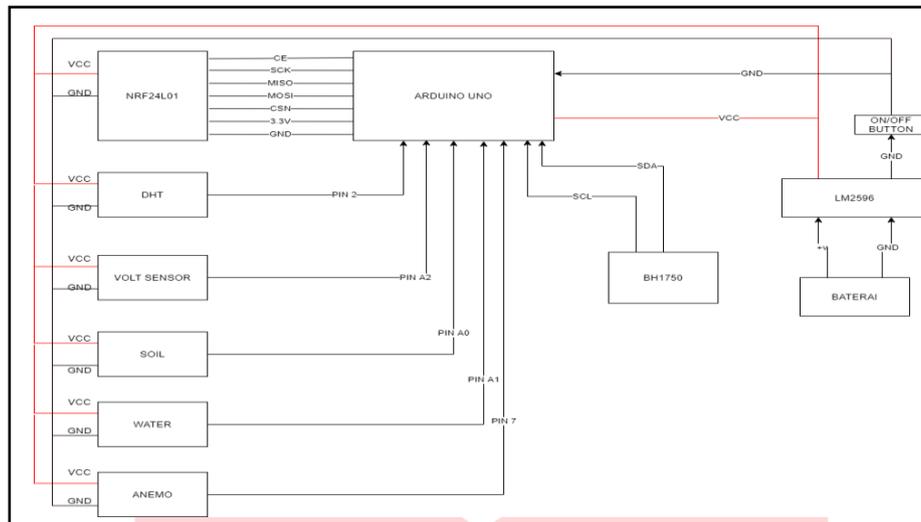
Gambar 11 Blok Diagram Sistem AWS Keseluruhan

3.2 Blok Diagram Perangkat Keras AWS Node

Adapun blok diagram sistem dari AWS *Node Sensor* seperti pada Gambar 12 berikut ini.



Gambar 12 Blok Diagram Perangkat Keras AWS Node



Gambar 13 Blok Diagram AWS Node Sensor

AWS Node Sensor yang dirancang untuk dapat digunakan untuk memantau kondisi cuaca di Perkebunan Teh di PPTK Gambung. Sistem yang dibuat terdiri dari tiga buah *Node Sensor*. Setiap *Node Sensor* terhubung dengan *node gateway*. *Node Sensor* dirancang untuk dapat membaca data suhu dan kelembaban udara, kelembaban tanah, kecepatan angin, intensitas cahaya dan ada atau tidaknya hujan di lokasi tersebut. Pada rancangan tersebut digunakan perangkat Mikrokontroler Arduino Uno, sensor DHT11 (suhu & kelembaban), *Soil Moisture* Sensor, Anemometer Sensor, Sensor Cahaya BH1750, Sensor Hujan dan Modul Komunikasi NRF24L01 sebagai modul *transceiver* untuk pengirim data secara nirkabel [20]. 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.

3.3 Desain Perangkat

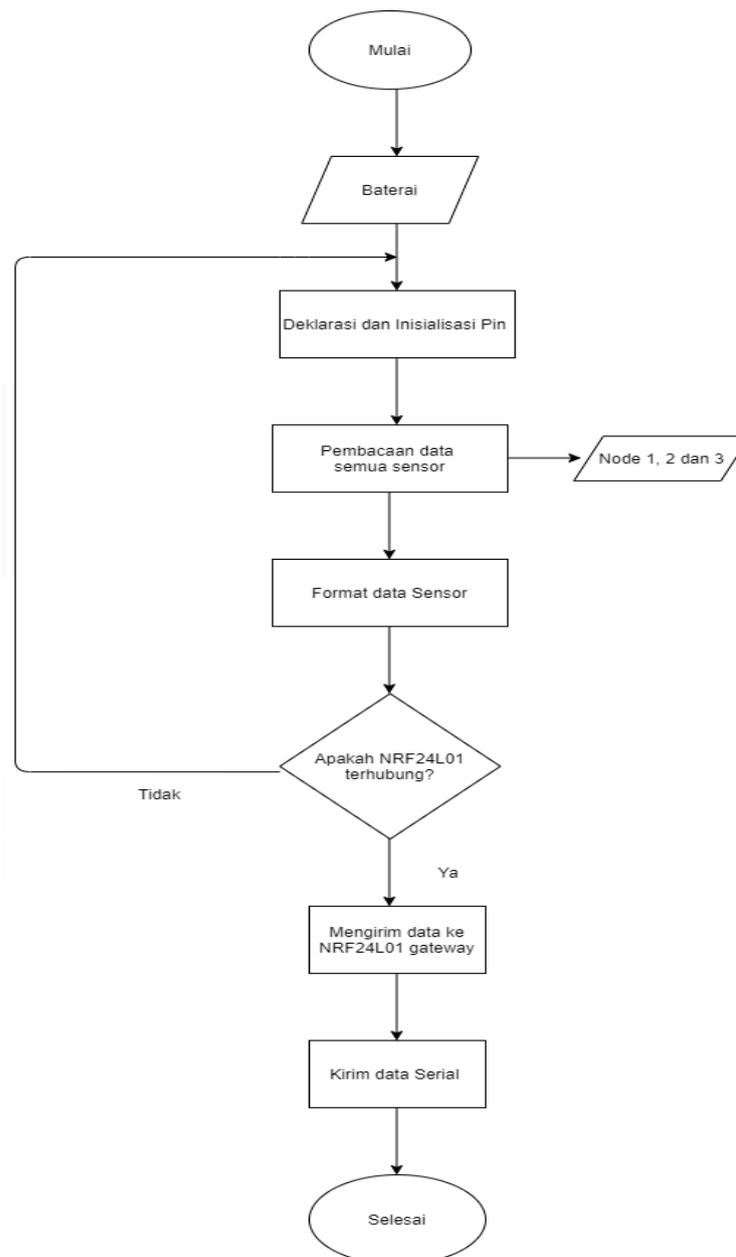
Perancangan skematik dilakukan menggunakan aplikasi *Proteus*. Pada proses desain skematik ini, dibuat rancangan skematik socket header yang dapat menghubungkan setiap komponen antara lain sensor *anemometer*, DHT11, BH1750, sensor hujan, sensor kelembapan tanah, sensor tegangan, NRF24L01 dan mikrokontroler arduino Uno. Setiap penamaan pin diatur agar dapat terhubung ke *power supply* yaitu Vcc, Gnd yang disediakan oleh modul LM2596, kemudian setiap pin sensor dan NRF24L01 dihubungkan ke pin Arduino Uno sesuai dengan blok diagram pada Gambar 13.

Adapun konfigurasi Pin yang terhubung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Konfigurasi Pin AWS Node Sensor

ARDUINO UNO	DHT 11	ANEMO	SENSOR HUJAN	SOIL MOISTURE	SENSOR TEGANGAN	BH1750	NRF24L01	LM2596
2	Data							
7		D0						
A1			D0					
A0				D0				
A2					S			
SCL						SCL		
SDA						SDA		
MOSI							MISO	
MISO							MOSI	
SCK							SCK	
8							CSN	
9							CE	
5V	VCC	VCC	VCC	VCC	+	VCC	VCC	5V
GND	GND	GND	GND	GND	-	GND	GND	GND

3.4 Flowchart Sistem AWS Node



Gambar 16 Flowchart AWS Node Sensor

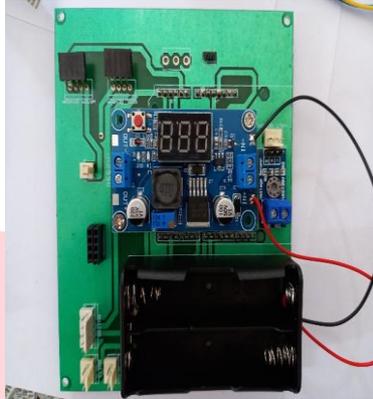
Berikut alur sistem yang dibangun :

- Diawali dengan menggunakan baterai sebagai sumber tegangan sehingga dapat mengaktifkan sistem *Automatic Weather Station*.
- Setelah mikrokontroler arduino uno terhubung ke NRF24L01. Arduino Uno akan membaca data dari masing-masing sensor, yaitu Anemometer, sensor hujan, sensor kelembapan tanah, sensor suhu dan kelembapan udara (DHT11), sensor cahaya dan sensor tegangan.
- Setelah pembacaan seluruh sensor, mikrokontroler akan membuat data-data sensor dalam sebuah format *string* dengan jumlah maksimal 32 *bytes* kemudian dikirimkan ke modul NRF24L01 sehingga data tersebut ditransmisikan ke *gateway*.

d. Setelah mengirimkan format data ke *gateway*, data ditampilkan melalui serial monitor.

3.5 Realisasi Perangkat

Dari perancangan perangkat yang dilakukan didapatkan *board* sebagai berikut.



Gambar 17 Perangkat yang dibuat

Perangkat dihubungkan kemudian di pasang pada *box* panel didalam *box* seperti pada Gambar 18.

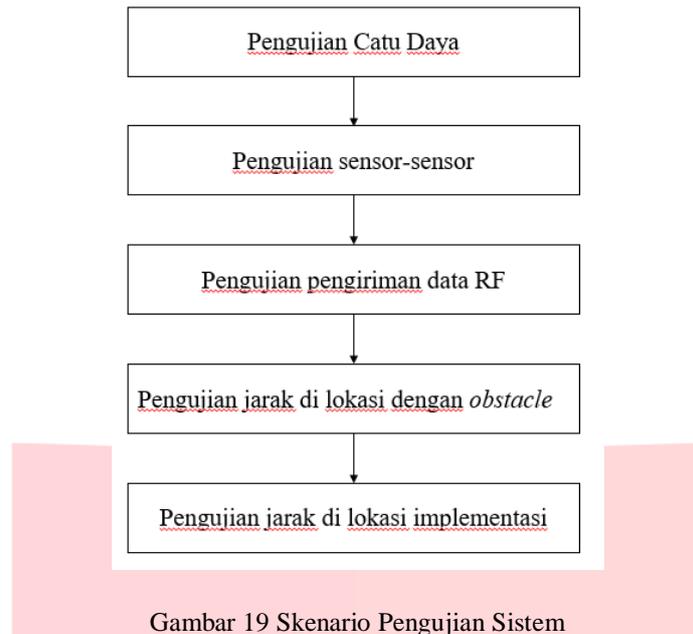


Gambar 18 Perangkat Terpasang pada *Box*

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

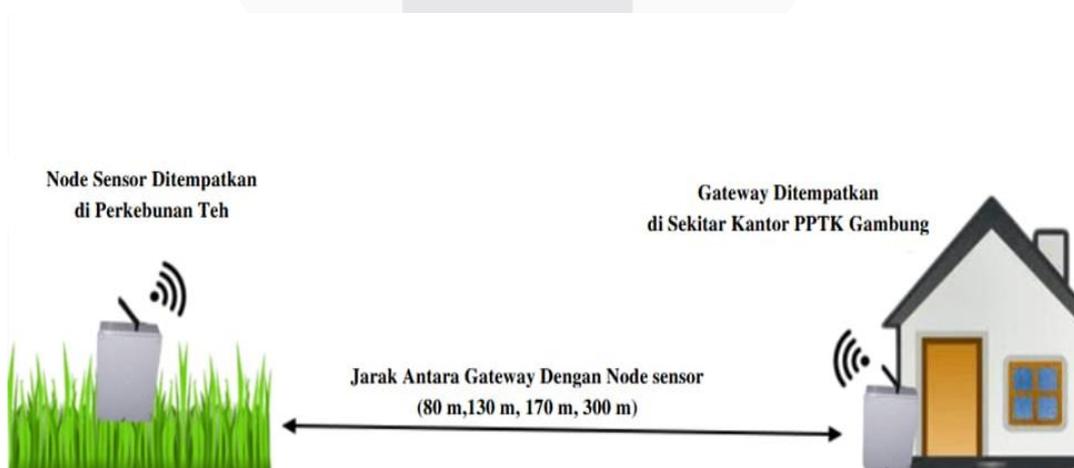
4.1 Skenario Pengujian Perangkat

Untuk memastikan data sensor pada *node* dapat terbaca dan terkirim maka penulis melakukan pengujian untuk memastikan data dapat dibaca oleh mikrokontroler kemudian dikirimkan dengan menggunakan modul komunikasi NRF24L01. Pengujian yang dilakukan adalah pembacaan data dari sensor-sensor yang diolah oleh arduino uno supaya menghasilkan nilai yang sebenarnya.



Pada Gambar merupakan skenario pengujian sistem yang dilakukan pada proyek akhir ini. Pengujian dilakukan dengan meletakkan perangkat penerima, lalu perangkat pengirim bergerak menjauhi perangkat penerima dengan parameter jarak yang sudah ditentukan. Pengujian catu daya diukur dengan menggunakan *ampere meter*. Pada pengujian masing-masing sensor suhu dan kelembaban udara penulis membandingkan dengan menggunakan alat ukur yaitu *thermometer*, sensor suhu DHT11 akan memulai membaca suhu dan kelembaban udara saat arduino dinyalakan. Pada pengujian sensor *soil moisture* dilakukan untuk mengetahui informasi kadar air tanah sebenarnya pada tempat lokasi yang diukur. Pada pengujian sensor *Anemometer* yang digunakan dapat menghitung putaran *cup Anemometer* yang berputar yang disebabkan oleh laju angin, oleh karena itu penulis membandingkan nilai frekuensi anemometer dengan anemometer BENETECEH GM 816. Pada pengujian sensor cahaya BH1750, penulis menguji nilai sensor dengan membandingkan dengan aplikasi sensor cahaya. Pada pengujian sensor hujan ini, penulis menempatkan *probe sensor* pada tempat yang berair atau basah untuk mengetahui suatu kondisi di sekitar penempatan *node sensor* sedang mengalami hujan atau tidak.

Kemudian setelah perangkat AWS *Node Sensor* akan mengirimkan data sensor ke *Gateway*. Kemudian AWS *Gateway* menerima data dari pembacaan sensor dan selanjutnya akan diteruskan menuju *website* yang dapat diakses menggunakan *browser*. Hasil keluaran pembacaan *Node Sensor* ini selain dapat dilihat menggunakan *serial monitor* dapat dilihat pada *website* pada bagian AWS *Gateway*. Pada Gambar 4. 2 merupakan ilustrasi dari pengujian sistem.



Gambar 20 Ilustrasi Pengujian Sistem

4.2 Kinerja Sumber Tegangan

Pada penelitian ini digunakan dua buah baterai 18650 dengan kapasitas 3000 mAH sehingga secara total kapasitas sumber energi yang tersedia adalah 6000 mAH. Tegangan standar pada baterai ini adalah 3.7 V dengan nilai tegangan maksimum pada 4.2V. Konfigurasi penggunaan baterai dirancang seri sehingga menghasilkan tegangan maksimal. Sehingga, diperoleh tegangan maksimal adalah 8.4 V. Untuk menguji kinerja baterai, maka diukur arus yang digunakan pada perangkat *node*. dengan menggunakan *ampere meter* dan diperoleh nilai konsumsi arus rata-rata sebesar 64.2 mA. Berikut ini merupakan hasil pengujian kinerja sumber tegangan.

Hasil Pengujian Sumber Tegangan

Jam ke-	Kapasitas baterai	Arus (mA)
1	99%	64.1
2	81%	64
3	70%	63.1
4	59%	64.8
5	45%	62
6	31%	64.5
7	18%	65.1
8	5%	66
Rata - rata		64.2

Berdasarkan perhitungan, maka penggunaan baterai akan berhenti setelah kapasitas berkurang sehingga dapat diperhitungkan untuk penggunaan baterai akan bertahan selama 10 jam. Perhitungan ini diperoleh dengan cara berikut ini.

$$\text{Durasi Baterai} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Arus}}$$

Dimana,

Durasi baterai : Waktu maksimum baterai dapat digunakan (Jam)

Kapasitas baterai : Kapasitas energi pada baterai (mAH)

Arus : Arus listrik ketika *node* menyala (mA)

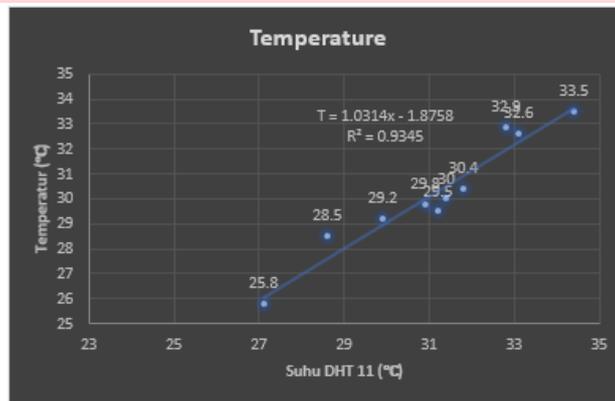
Berdasarkan persamaan diatas, dengan kapasitas baterai 6000 mAH dan konsumsi arus rata-rata 64.2 mA diperoleh durasi baterai dapat menyuplai energi selama 93.75 Jam. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka waktu dalam hari yang dapat satu set baterai adalah 93.75 Jam dibagi 24 Jam yaitu 3.9 Hari.

4.3 Pengujian Sensor DHT11

Sensor DHT 11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di suatu ruangan. Berikut ini merupakan hasil pengujian suhu dan kelembaban pada sensor DHT 11. Kemudian, data yang didapatkan dari pengujian disajikan dalam bentuk grafik linier.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Suhu DHT11

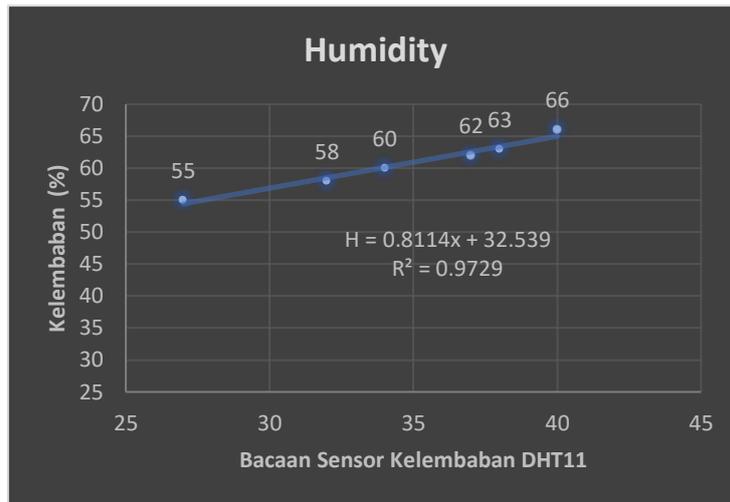
DHT 11 (°C)	Termometer (°C)	Nilai Setelah Kalibrasi	Error
27.1	25.8	26.07514	1%
28.6	28.5	27.62224	3%
29.9	29.2	28.96306	1%
30.9	29.8	29.99446	1%
31.2	29.5	30.30388	3%
31.4	30	30.51016	2%
31.8	30.4	30.92272	2%
32.8	32.9	31.95412	3%
33.1	32.6	32.26354	1%
34.4	33.5	33.60436	0%
Rata-rata error			2 %



Gambar 21 Grafik Kalibrasi Sensor *Temperature*

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Kelembaban DHT11

DHT 11 (°C)	Kelembaban (°C)	Nilai Setelah Kalibrasi	Error
27	55	54.4468	1.0058 %
32	58	58.5038	0.8686 %
34	60	60.1266	0.211 %
37	62	62.5608	0.9045 %
38	63	63.3722	0.5908 %
40	66	64.995	1.5227 %
Rata-rata error			0.851%



Gambar 22 Grafik Kalibrasi Sensor Kelembaban DHT11

Berdasarkan pengujian ini, diperoleh fungsi kalibrasi sensor DHT 11 untuk *temperature* dan kelembaban melalui *plot trendline* dengan pendekatan persamaan *linear* $y = mx + c$. Berdasarkan Gambar 4. 5 diperoleh fungsi *trendline* untuk kalibrasi sensor DHT 11 untuk *temperature* yaitu sebagai berikut.

$$T = 1.0314 T_{dht} - 1.8758$$

$T = temperature$ (°C)
 $T_{dht} = temperature$ bacaan DHT 11 (°C)

Pada Gambar 4.6 diperoleh fungsi *trendline* untuk kalibrasi sensor DHT 11 untuk kelembaban diperoleh fungsi kalibrasi DHT 11 yaitu:

$$H = 0.8114H_{dht} + 32.539$$

Dimana,
 $H = kelembaban$ (%)
 $H_{dht} = kelembaban$ bacaan DHT 11 (%)

Masing masing R^2 *temperature* sebesar 0.9345 dan *humidity* sebesar 0.9729, dengan nilai tersebut dapat dikatakan akurasi sensor cukup baik dengan kisaran rentang kesalahan *temperature* sebesar 2% dan kelembaban sebesar 0.851%.

4.4 Pengujian Soil Moisture Sensor

Tabel 4 Hasil Pengujian Soil Moisture Sensor

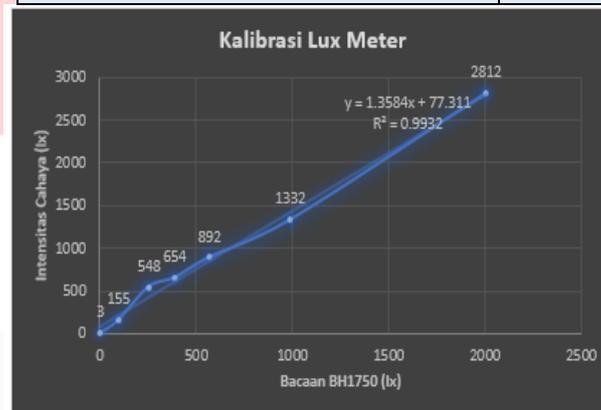
Kondisi	Value (Nilai)
Lembab	1
Kering	0

Secara keseluruhan kinerja sensor *Soil Moisture Sensor* yang digunakan ini dapat mengukur kondisi tanah basah atau kering dengan baik.

4.5 Pengujian Sensor Cahaya BH1750

Tabel 5 Hasil Pengujian Sensor Cahaya BH1750

BH1750	Aplikasi	Hasil kalibrasi	Selisih	Error
97.5	155	209.755	54.755	35%
255.83	548	424.8305	-123.17	22%
389.17	654	605.9595	-48.0405	7%
569.17	892	850.4715	-41.5285	5%
989.17	1332	1421	88.99953	7%
2005.83	2812	2802.03	-96953	0%
Rata-rata error				13 %



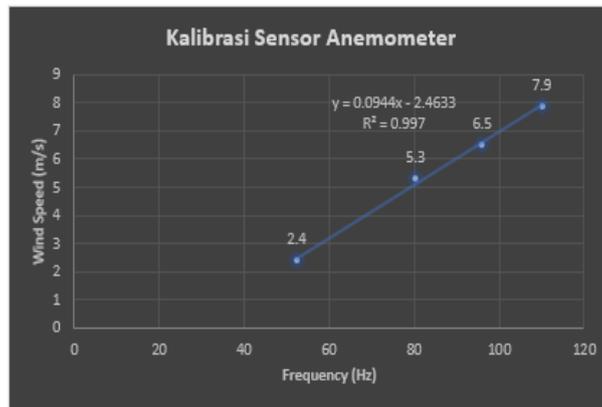
Gambar 23 Grafik Kalibrasi Lux Meter

Untuk mengukur intensitas cahaya pada suatu tempat maka penulis menggunakan sensor cahaya BH1750. Sensor cahaya ini dapat mengukur besaran cahaya hingga 65535 lx. Untuk menguji nilai sensor dilakukan pengukuran cahaya dibandingkan dengan aplikasi sensor cahaya yaitu *Lux Light Meter*. Berdasarkan hasil dari pengujian ini diperoleh *error* sebesar 13 %, dengan *error* yang terbesar terjadi untuk nilai cahaya dibawah 600 lux. Adapun untuk hasil pengujian diatas 600 lux diperoleh rata-rata 5 %.

4.6 Pengujian Sensor Anemometer

Tabel 6 Hasil Pengujian Sensor Anemometer

Anemo	V wind	Nilai kalibrasi	Selisih	Error
80.3	5.3	5.11702	0.18298	3%
52.3	2.4	2.47382	-0.07382	3%
110	7.9	7.9207	-0.0207	0%
96	6.5	6.5991	-0.0991	2%
Rata-rata Error				2%



Gambar 24 Grafik Kalibrasi Sensor Anemometer

Untuk menentukan kecepatan angin maka penulis menggunakan anemometer untuk mengukur kecepatan angin. Anemometer menggunakan sensor berbasis *pulse counter* yang menghitung frekuensi dari putaran cup anemometer yang berputar oleh laju angin [30]. Pada penelitian ini anemometer diuji dengan membandingkan nilai frekuensi anemometer dengan anemometer BENETECH GM 816. Berdasarkan hasil dari pengujian ini diperoleh rata-rata *error* sebesar 2 %. Kemudian data yang didapatkan dari pengujian kemudian disajikan dalam bentuk grafik.

4.7 Pembacaan Data Seluruh Sensor

Tabel 7 Hasil Pembacaan Data Seluruh Sensor

<i>Humidity</i>	<i>Temperature</i>	<i>Sensor Hujan</i>	<i>Soil</i>	<i>Light (lx)</i>	<i>Wind (m/s)</i>	<i>Battery (V)</i>	<i>Battery Capacity (%)</i>
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.31	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75
34.56%	27.73°C	0	0	82.59	2.32	8.13	88.75

Dari keseluruhan pengambilan data, dapat diperoleh pengambilan nilai setiap sensor mencapai hampir 100% bekerja dengan baik. Adapun total waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan rata-rata pengambilan data seluruh sensor memakan waktu 81.1 ms.

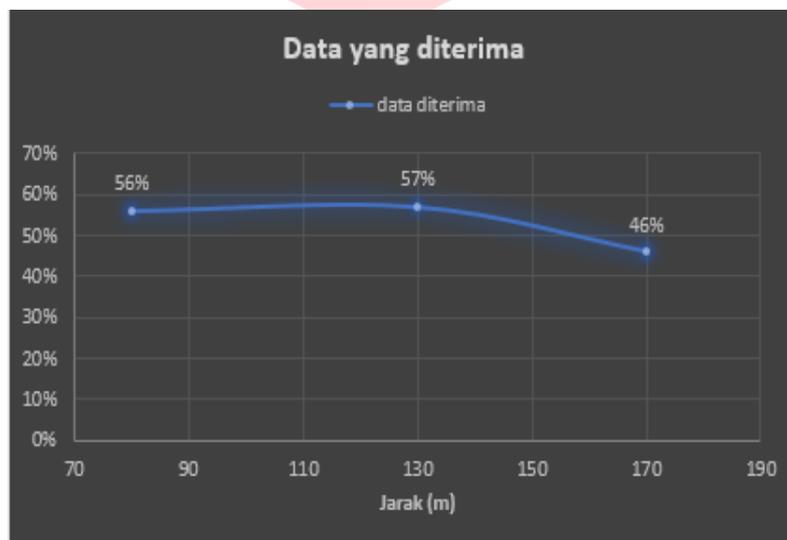
4.8 Pengujian Waktu Pengiriman

Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman dilakukan pengukuran waktu dalam besaran *second* di setiap proses pengiriman. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur 10 kali pengiriman data dan diukur besaran waktu yang dibutuhkan untuk setiap proses pengiriman. Dari pengambilan data Pada Tabel 8 diperoleh rata-rata pengiriman waktu yaitu 0.316152 *second* atau dengan waktu pengiriman yang paling lama adalah 0.031616 *second* dan waktu pengiriman tercepat adalah 0.031612 *second*.

4.9 Pengujian Jarak

Pengujian Jarak	Node	Pengiriman	Diterima	Loss
80 m	1	4	3	25%
	2	34	28	18%
	3	58	6	90%
130 m	1	78	40	49%
	2	72	43	40%
	3	70	42	40%
170 m	1	72	33	54%
	2	75	36	52%
	3	78	35	55%

Pada Tabel 4. 12 menunjukkan secara keseluruhan, pengiriman data pada jarak 80 m, 130 m dan 170 m. Pada jarak 210 m dan 300 m tidak diperoleh data yang masuk ke alat sehingga mengalami *Loss* 100%. Kemudian, data yang didapatkan dari pengujian disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 25 Data yang diterima

Gambar 4.12 menunjukkan secara keseluruhan, pengiriman data pada jarak 80 m dapat diperoleh nilai keberhasilan sebesar 56% dan pada jarak 130 m diperoleh keberhasilan sebesar 57% dan pada jarak 170 m diperoleh keberhasilan sebesar 46%. Dari pengujian ini diperoleh kemampuan transmisi data dengan jarak yang lebih jauh yaitu pada jarak 170 m dengan kemampuan pengiriman data sampai ke *database firebase* hingga 46%. Angka ini menunjukkan pengiriman data yang stabil pada jarak yang lebih jauh.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada proyek akhir ini telah dirancang tiga buah perangkat AWS Node Sensor yang dapat digunakan sebagai sistem pemantauan cuaca dengan spesifikasi konsumsi arus listrik 64.2 mA dengan tegangan baterai 8.2 V.
2. Dari pengambilan data ini, diperoleh rata-rata pengiriman waktu yaitu 0.316152 *second* atau dengan waktu pengiriman yang paling lama adalah 0.031616 *second* dan waktu pengiriman tercepat adalah 0.031612 *second*.
3. Berdasarkan pengujian jarak jangkauan terjauh NRF24L01 node sensor dan NRF24L01 node gateway dalam kondisi non- LOS (*Line of Sight*) sebesar 170 meter.

4. Dapat memantau kondisi perubahan cuaca dengan spesifikasi:
 - Sensor temperatur dengan rentang *error* 2%
 - Sensor kelembapan dengan rentang *error* 0.851%
 - Sensor hujan dengan rentang *error* 0%
 - Sensor kelembapan tanah dengan rentang *error* 0%
 - Sensor angin dengan rentang *error* 2%
 - Sensor cahaya dengan rentang *error* 13%

B. SARAN

Adapun saran penulis untuk pengembangan proyek akhir ini kedepannya adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan alat kalibrasi untuk masing-masing sensor yang berbeda untuk menguji fleksibilitas perangkat.
2. Menambahkan titik uji lain dalam pengujian komunikasi NRF24L01.
3. Membuat AWS *Node Sensor* ini menjadi yang lebih baik dari segi performa dan ketahanan fisik

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak terkait atas dukungannya pada penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. N. Cahyati, "Rancang Bangun Miniatur Stasiun Cuaca", Makasar: Universitas Hasanuddin, 2018.
- [2] E. Murdyantoro, R. Setiawan, I. Rosyadi, "Prototype Weather Station uses LoRa Wireless Connectivity" in *Journal of Physics: Conference Series, Electrical Engineering Department*, Purwokerto, 2019.
- [3] F. Erwan, A. Muid, I. Nirmala, "Rancang Bangun Sistem Pengukur Cuaca Otomatis Menggunakan Arduino dan Terintegrasi dengan Website," *Jurnal Coding*, vol 06, no. 03 Hal 255-264, p. 2018.
- [4] G. Z Anjani, A. Ariffin "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Tanaman Teh (*Camellia sinensis* L.) di Kebun Teh Pasirmalang, Jawa Barat.," *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 8 no. 3, pp. 271-275, 2020.
- [5] Y. S, Soefian Nur, Stasiun Cuaca Mini Berbasis Mikrokontroler MC68HC908QB8, Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma Yogyakarta., 2007.
- [6] M. D. Ir. Dedi Soleh Effendi, *Budidaya dan Pasca Panen Teh*", Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, 2010.
- [7] M. S. M. Salim Machfud, "Rancang Bangun Automatic Weather Station (AWS)," *Alhazen Journal of Physic*, vol. 2 no. 2, pp. 48-57, 2016.
- [8] M. A. Hadi, A. Pritalaksa, M. Hidayatullah, "Rancang Bangun Portable Weather Station Berbasis Jaringan Sensor Menggunakan Koneksi VPN," *Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi*, vol. 4 no. 1, pp. 32-37, 2019.
- [9] P. S. Patra, "Effect Of Climate Change on Production of Darjeeling Tea," *Global Journal Of Biology, Argiculture & Healt Sciences*, vol. 2, pp. 174-180, 2013.
- [10] S. S. Ranjitkar, "Climate Modelling for Agroforestry Species Selection in Yunnan Province," *Environmental Modelling & Software*, pp. 263-272, 2016.
- [11] R. Hindersah, B. Adityo, P. Suryatmana "Populasi Bakteri Dan Jamur Serta Pertumbuhan Tanaman Teh (*Camellia sinensis* L.) Pada Dua Jenis Media Tanam Setelah Inokulasi *Azotobacter*)," *Agrologia*, vol. 5, no 5, pp. 1-9, 2016.
- [12] U. J Shobrina, R. Primananda, R. Maulana, "Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24L01, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 4, pp. 1510-1517, 2018.
- [13] D. Angela, T. A. Nugroho, B. Gultom, Y. Yonata, "Perancangan Sensor Kecepatan dan Arah Angin untuk Automatic Weather Station (AWS)," *Jurnal Telematika*, vol. 12 no. 1, pp. 1858-2516, 2017.
- [14] I. G. M. N. Desnanjaya, M. D. Alfian, "Pengiriman Data NRF24L01 dengan Kondisi *Line of Sight* dan *Non Line Of Sight*," *Jurnal Resistor (Rekayasa Sistem Komputer)*, vol. 3. no 2, pp. 128-136, 2020.
- [15] T. Y. Viananta, Analisis Kinerja Wireless Sensor Network Pada Dua Jenis Modul Transceiver Dengan Topologi Star, Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma, 2019.
- [16] H. Oussama, Internet of Things (IoT) Automatic Weather Station, Algeria: University of Biskra, 2020.