

**Jurnal Politeknik Caltex Riau**<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/>

| e- ISSN : 2460-5263 (Online) | p- ISSN : 2443-4167 (Print) |

Rancang Bangun Sensor Node untuk Monitoring Parameter Cuaca dan PM2.5 Menggunakan Arduino WiFi

Retno Tri Wahyuni¹, Abdur Rahman Haritsah², Heri Subagiyo³, dan Edi Rahmanto⁴¹Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika, email: retnotri@pcr.ac.id²Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika, email: abdurrahman@alumni.pcr.ac.id³Politeknik Caltex Riau, Teknik Elektronika, email: heri@pcr.ac.id⁴Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, StaKlim Kampar, email: edirahmanto.125@gmail.com

[1] Abstrak

Ketidakpastian kondisi cuaca dan kualitas udara pada suatu wilayah membutuhkan adanya pengukuran parameter pada lokasi yang lebih sempit. Keberadaan sistem pengukuran parameter cuaca dan pencemaran udara berbasis sensor node yang tersebar di banyak titik menjadi solusi agar dapat memberikan informasi yang lebih akurat. Sensor node untuk monitoring parameter cuaca dan PM2.5 terdiri dari sensor parameter cuaca berupa suhu, kelembaban, intensitas cahaya, curah hujan, kecepatan angin dan arah angin. Selain itu terdapat parameter kualitas udara yaitu sensor PM2.5. Pengolahan dan pengiriman data dilakukan oleh Arduino Uno WiFi yang merupakan perangkat mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan ESP8266 yang merupakan modul untuk mengkoneksikan dengan jaringan WiFi. Data sensor dikirimkan dari Arduino ke data base server untuk selanjutnya ditampilkan pada website. Hasil pengujian masing-masing sensor dibandingkan data BMKG menunjukkan hasil kesalahan pengukuran yang kecil untuk parameter suhu dan curah hujan dengan masing-masing prosentase kesalahan sebesar 4.61% dan 9.95%. Hasil pengukuran parameter kecepatan angin memiliki kesalahan cukup besar yaitu 30.03% disebabkan oleh pengukuran kecepatan angin dilakukan pada ketinggian yang berbeda dengan sensor BMKG. Pengukuran arah angin menunjukkan frekuensi arah angin yang berbeda karena tidak dilakukan setting titik referensi yang sama dengan sensor BMKG pada saat peletakan sensor. Pengukuran PM2.5 juga menunjukkan hasil kesalahan pengukuran cukup besar yaitu 14.7% karena peletakan sensor tidak dikondisikan dengan standar seperti pada sensor BMKG sehingga sampel partikulat yang diukur tidak sama dengan sensor BMKG. Untuk pengukuran intensitas cahaya dan kelembaban masing-masing telah menunjukkan trend yang sesuai dengan kondisi lingkungan. Pengujian pengiriman data juga berjalan dengan baik karena semua data yang tersimpan di database server berada pada kolom yang benar pada data base serta menunjukkan hasil yang sama dibandingkan dengan sampel data yang dibaca sensor secara manual.

Kata kunci: parameter cuaca, PM2.5, Arduino WiFi, ESP8266, database

[2] Abstract

Uncertainty in weather conditions and air quality in an area requires the measurement of parameters in a narrower location. The existence of a measurement system for measuring weather parameters and air pollution based on sensor nodes spread over many points is a solution in order to provide more accurate information. The node sensor for monitoring weather parameters and PM2.5 consists of weather parameter sensors, such as temperature, humidity, sun radiation intensity, rainfall, wind speed and wind direction. In addition, there are air quality parameters contains, namely pm2.5 sensors. Data processing and delivery is carried out by Arduino Uno WiFi which is a microcontroller device that has been integrated with ESP8226 which is a module to connect with WiFi networks. Sensor data is sent from Arduino to the data base server to be displayed on the website. The test results of each sensor compared to BMKG data showed small measurement error results for temperature and rainfall parameters with error percentages of 4.61% and 9.95% respectively. The results of measuring wind speed parameters have a considerable error of 30.03% caused by wind speed measurements carried out at different altitudes to BMKG sensors. Measurements of wind direction show different wind direction frequencies because they do not set the same reference point as the BMKG sensor at the time of the sensor laying. The PM2.5 measurement also showed a considerable measurement error result of 14.7% because the laying of the sensor was not conditioned with standards as in the BMKG sensor so that the particulate sample measured was not the same as the BMKG sensor. For measurement of sun radiation intensity and humidity each has shown a trend that is in accordance with environmental conditions. Data delivery testing also works well because all data stored on the server database is in the correct column on the data base and shows the same results compared to the sample data that the sensor reads manually.

Keywords: weather parameters, PM 2.5, Arduino WiFi, ESP8266, database

1. Pendahuluan

Ketidakpastian cuaca dan iklim saat ini menyebabkan sering terjadinya perbedaan cuaca pada lingkup wilayah yang sempit. Begitu juga informasi mengenai kondisi pencemaran udara di suatu wilayah yang kerap berbeda dikarenakan banyak faktor baik faktor cuaca seperti arah angin serta letak wilayah yang berdekatan dengan sumber pencemaran. Keberadaan sistem pengukuran parameter cuaca dan pencemaran udara yang tersebar di banyak titik menjadi solusi agar dapat memberikan informasi yang lebih akurat. Sensor node merupakan sekumpulan perangkat yang terdiri dari sensor, prosesor, serta perangkat pengirim data yang dibangun untuk mengirimkan data informasi parameter pengukuran yang ada di suatu wilayah tertentu.

Penerapan sensor node untuk memonitoring parameter pengukuran pada suatu wilayah telah banyak dibahas peneliti sebelumnya. Penerapan sensor node untuk pemantauan parameter cuaca salah satunya dapat dilihat pada [1]. Dalam penelitian tersebut dilakukan pengukuran parameter cuaca berupa temperatur, kelembaban, arah dan kecepatan angin. Penelitian tersebut fokus pada bagaimana mendesain sensor, dan bagaimana parameter cuaca tersebut dapat ditransmisikan ke tempat pemantauan yang jauh. Implementasi dilakukan dengan memanfaatkan Arduino uno dalam pemrosesan data, serta modul GSM SIM800L sebagai pengirim, untuk selanjutnya dikirimkan ke *web server* sebagai titik perekaman database kondisi cuaca. Pengukuran parameter cuaca menggunakan sensor node juga dibahas dalam makalah [2]. Pada makalah tersebut dibahas mengenai pengukuran parameter cuaca yang digunakan untuk mengukur kadar *FMMC (Fine Fuel Moisture Code)* untuk menentukan potensi penyulutan api menjadi kebakaran. Parameter cuaca yang diukur antara lain suhu, kelembaban, intensitas cahaya, curah hujan dan kecepatan angin. Data dari sensor dikirimkan ke data base server menggunakan modul GSM. Penerapan sensor node juga dapat ditemui pada pemantauan parameter lingkungan hidup seperti parameter kualitas udara antara lain dibahas pada makalah [3]. Pada makalah tersebut dibahas mengenai monitoring polusi udara berbasis *IoT (Internet of Things)* dengan parameter yang diukur berupa suhu, kelembaban, CO, LPG, asap dan partikulat PM2,5 dan PM10. Pengiriman data sensor

menggunakan jaringan internet. Pada makalah tersebut parameter cuaca yang dimonitoring terbatas pada suhu dan kelembaban sedangkan parameter cuaca lain seperti kecepatan dan arah angin yang mempengaruhi konsentrasi partikel pencemar udara tidak masuk dalam parameter pengamatan.

Analisis terhadap nilai PM2.5 di suatu wilayah juga dipengaruhi oleh parameter cuaca. Dalam penelitian [4] dilakukan analisis terhadap kandungan PM2.5 dalam suatu wilayah yang dipengaruhi oleh beberapa parameter cuaca antara lain suhu, kelembaban, tekanan udara, intensitas cahaya, kecepatan angin dan arah angin. Pada penelitian tersebut sensor PM2.5 dan sensor parameter cuaca dibangun dengan menggunakan *low cost sensor*. Pada penelitian tersebut data dari sensor dikirimkan ke data base menggunakan modul GSM. Pada makalah ini, sensor node dibangun untuk memonitoring parameter cuaca dan PM2.5 sekaligus. Sensor yang digunakan juga merupakan *low cost sensor* namun memiliki tipe yang berbeda dengan yang digunakan pada makalah [4].

Rancang bangun sensor node parameter kualitas udara menggunakan pengirim data menggunakan jaringan WiFi dibahas dalam makalah [5]. Pada makalah tersebut sensor node dibangun sebanyak dua buah dan diletakkan di dua lokasi yang berbeda. Hasil pengujian pengiriman data menggunakan modul WiFi berjalan dengan baik karena seluruh data yang dikirimkan dari masing-masing sensor node terkirim ke data base server sesuai dengan identitas lokasinya. Pengiriman data sensor menggunakan modul WiFi juga dibahas dalam makalah [6]. Pada makalah tersebut dibahas mengenai bagaimana pengiriman data menggunakan modul ESP8266 untuk pengiriman parameter cuaca dengan tampilan THINGSPEAK. Adapun data parameter cuaca yang dikirim berupa suhu, tekanan udara dan deteksi hujan.

Pada makalah ini sistem monitoring yang dibangun menggabungkan parameter cuaca dan PM2.5. Informasi yang lebih lengkap mengenai parameter cuaca dan pencemaran udara yang tersaji dalam satu sistem informasi akan memberikan kenyamanan tersendiri bagi pengguna. Selain itu integrasi data parameter PM2.5 dengan parameter cuaca juga memudahkan dalam proses analisis mengingat kandungan PM2.5 di suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh parameter cuaca. Pembahasan pada makalah ini ditekankan pada bagaimana proses membangun sensor node menggunakan *low cost sensor* dan pengirim data menggunakan ESP8266. Pada bagian hasil dan pembahasan ditampilkan beberapa hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan data BMKG (Badan Meteorologi dan geofisika) serta tampilan pada bagian data base server. Pembahasan tentang bagaimana membangun data base server dan website tidak dipaparkan dalam makalah ini.

2. Metode Penelitian

Sensor node pada sistem monitoring cuaca dan PM2.5 terdiri dari perangkat input berupa sensor, mikrokontroller Arduino Uno serta perangkat pengirim data berupa modul komunikasi ESP8266. Paket Arduino uno dan modul komunikasi ESP8266 sering disebut dengan Arduino WiFi. Perangkat sensor terdiri dari sensor PM2.5, suhu dan kelembaban, kecepatan angin, arah angin, curah hujan, dan intensitas cahaya.

Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan adalah sensor jenis DHT11. Dalam sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) yang bekerja untuk mendeteksi perubahan suhu dengan perubahan nilai resistansi. Pada sensor ini juga terdapat sensor yang bersifat resistif untuk mengukur kelembaban. Perubahan resistansi dikonversi menjadi data 8 bit yang nilainya menjadi keluaran dari sensor. Untuk menentukan nilai suhu dan kelembaban dari keluaran sensor, pada Arduino digunakan *library* sensor DHT11.

Sensor kecepatan angin yang digunakan merupakan tipe *cup counter*. Terdapat 3 buah cup yang dipasang pada satu poros vertikal. Ketika cup berputar karena tiupan angin maka kontak magnet yang terdapat pada bagian dalam sensor akan bergerak melewati *switch* dan arduino akan

membaca setiap perubahan dan mengolahnya menjadi data kecepatan angin. Perhitungan kecepatan angin dilakukan berdasarkan spesifikasi yang terdapat pada *datasheet* sensor yang digunakan. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam perhitungan kecepatan angin.

$$v = \left(\frac{n_p}{t_{pulsa}} \right) \times 2.4 \quad (1)$$

dimana v , n_p , dan t_{pulsa} adalah kecepatan angin, jumlah pulsa, dan waktu perhitungan pulsa.

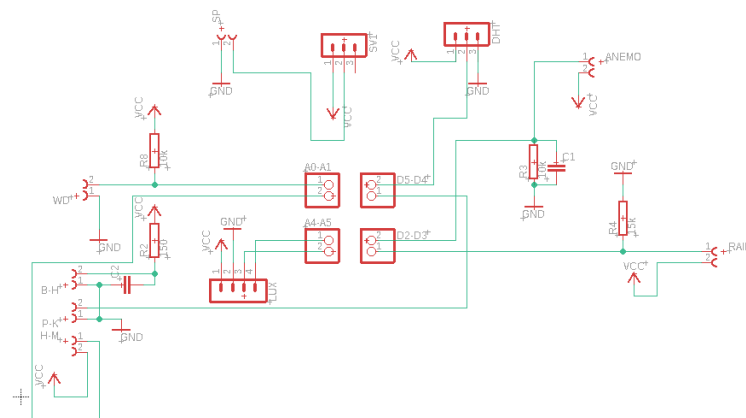
Pada sensor arah angin terdapat bagian penunjuk arah yang dilengkapi magnet, 8 buah resistor *reed switch* dan resistor eksternal. Setiap *switch* terhubung pada resistor yang berbeda-beda secara seri. *Switch* yang terdapat pada sensor arah angin berupa magnet yang bisa menutup 2 saklar sekaligus sehingga bisa menunjukkan 16 posisi arah mata angin yang berbeda-beda. Pada saat penunjuk arah berhenti atau menetap maka resistor yang tepat dibawah penunjuk akan aktif. Pada sensor juga terdapat resistor eksternal yang berfungsi untuk pembagi tegangan, kemudian tegangan yang keluar menjadi masukan pin analog arduino, dan arduino mengolah data analog menjadi digital dan menunjukkan arah angin.

Sensor Curah hujan yang digunakan merupakan jenis *tipping bucket*. Prinsip kerja tipe *tipping bucket* ini adalah air hujan akan ditampung pada bejana yang berjungkit yang memiliki takaran tertentu. Bila air mengisi bejana penampung yang setara dengan tinggi hujan 0,1 mm bejana akan berjungkit dan air dikeluarkan dari bejana. Tiap gerakan bejana berjungkit secara mekanis akan memberikan sinyal pada *reed switch* dan menjadi masukan bagi mikrokontroler. Jumlah hitungan jungkitan dikalikan dengan nilai 0,1 mm adalah nilai curah hujan yang terjadi. Dengan spesifikasi bejana tersebut maka nilai curah hujan di bawah 0,1 mm tidak dapat terhitung. Sensor intensitas cahaya yang digunakan berupa modul IC BH1750 yang memiliki keluaran berupa sinyal digital. Range pengukuran yang dapat diukur oleh sensor ini adalah 1 – 65535 Lux. Modul ini dapat digunakan untuk mengukur intensitas cahaya diluar ruangan maupun didalam ruangan. Untuk menentukan nilai intensitas cahaya pada pemrograman arduino digunakan library untuk BH1750.

Kadar partikel PM2.5 diukur dengan menggunakan sensor GP2Y1010AU0F *Optical Dust Sensorial*. Sensor ini sangat efektif dalam mendeteksi partikel yang sangat halus seperti debu atau asap rokok dengan sensitivitas 0.5V/0.1 mg/m³. Prinsip kerja dari sensor ini ialah dengan mendeteksi debu ataupun partikel lain yang kemudian dipantulkan cahaya ke bagian penerima. Cahaya dicerminkan pada partikel melewati keseluruhan permukaan, kemudian oleh photodiode diubah menjadi tegangan. Output tegangan dari sensor selanjutnya dikuatkan dengan rangkaian penguat. Perhitungan kadar PM2.5 dihitung berdasarkan karakteristik sensor yang terdapat pada *datasheet*. Dengan menggunakan persamaan linier diperoleh rumus sebagai berikut. Pada rumus tersebut untuk mencari nilai kadar PM2.5, nilai tegangan output sensor dikurangi 0.6 karena nilai output awal tegangan keluaran sensor adalah 0.6V.

$$Y = 0.17(V_{out} - 0.6) - 0.1 \quad (2)$$

dimana Y, dan V_{out} adalah kadar PM2.5 dan tegangan output sensor.



Gambar 1. Skematik Rangkaian Sensor Node

Skematik rangkaian sensor node ditampilkan pada Gambar 1. Pin A0 arduino terhubung dengan sensor Arah Angin dimana sensor arang angin mengeluarkan output analog dari pembagi tegangan dari sensor. Pin A1 terhubung dengan sensor PM2.5 yang berupa tegangan. Kemudian A4 dan A5 merupakan SDA SCL untuk membaca sensor BH1750. Pin D5 berfungsi untuk membaca nilai dari sensor DHT11. Pin D4 berfungsi untuk menghidupkan LED dan infrared pada sensor PM2.5. Pin D3 berfungsi untuk membaca sensor kecepatan angin dan Pin D2 berfungsi untuk membaca sensor curah hujan.

Pengiriman data dari sensor dilakukan melalui jaringan WiFi dengan perantara modul ESP8266 yang terintegrasi pada modul Arduino WiFi. Jenis Arduino WiFi yang digunakan adalah RobotDyn UNO + WIFI R3 yang merupakan board Arduino Uno R3 klasik yang memiliki dua Prosesor yaitu mikrokontroler Atmel ATmega328 dan chip WiFi ESP8266. ESP8266 merupakan modul tambahan yang berfungsi untuk mengkoneksikan Arduino dengan jaringan internet WiFi dan membuat koneksi TCP/IP. Dengan menambahkan *library* ESP8266 pada *board manager* maka pemrograman dengan program dasar Arduino dapat dilakukan dengan mudah. Proses pengiriman data dari Arduino menuju data base server dimulai dengan memprogram ESP8266 memasukkan SSID WiFi dan password WiFi juga alamat database. Kemudian ESP8266 menerima data dari arduino dan data siap dikirim ke database. Potongan program untuk setting SSID dan password WiFi, program untuk menerima data dari Arduino, serta program pengiriman data dari modul ESP8266 ke data base server dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4.

```
const char* ssid      = "PancaWifi";
const char* password  = "Tugasakhir18";
const char* serverName = "http://sipanca.pocari.id/post-esp-data-arduino.php";
```

Gambar 2. Program Memasukkan SSID dan Password WiFi

```
StaticJsonDocument<250> doc;
DeserializationError error = deserializeJson(doc, Serial);
if (error) return;

data1 = doc["data1"]; ///data kelembapan
data2 = doc["data2"]; ///data suhu
data3 = doc["data3"]; ///data lux
data4 = doc["data4"]; ///data anemometer
data5 = doc["data5"]; ///data arah angin
data6 = doc["data6"]; ///data pm
data7 = doc["data7"]; ///data curah hujan
```

Gambar 3. Program ESP8226 Menerima Data dari Arduino

```

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED)
{
  HTTPClient http;
  http.begin(serverName);
  http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");
  String httpRequestData = "api_key=" + apiKeyValue + "&lokasi_id=" + String(lokasi);
  Serial.print("httpRequestData: ");
  Serial.println(httpRequestData);

  int httpResponseCode = http.POST(httpRequestData);
  if (httpResponseCode > 0) {
    Serial.print("HTTP Response code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
  }
  else {
    Serial.print("Error code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
  }
  http.end();
}
else {
  Serial.println("WiFi Disconnected");
}
delay(600000);
}

```

Gambar 4. Program ESP8266 untuk Mengirim Data ke Database

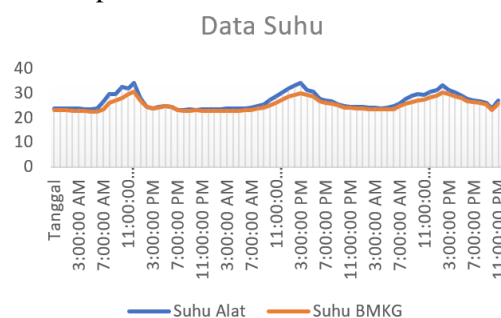
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor node dilakukan dengan menjalankan sistem yang diinstalasi di area pengamatan salah satu stasiun cuaca BMKG yang berlokasi di Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II - Pekanbaru. Pengujian meliputi pembacaan dan pengiriman data sensor ke server dalam rentang waktu tertentu. Data yang disimpan di data base server selanjutnya dibandingkan dengan data dari BMKG pada periode yang sama. Proses membandingkan ini dilakukan untuk parameter yang sama dengan parameter yang dibaca oleh stasiun pengamatan BMKG. Berikut merupakan pembahasan terhadap pengujian hasil pembacaan sensor.

1) Sensor Suhu

Faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan nilai suhu diantaranya ialah kondisi cahaya dan penyinaran dari sinar matahari, adanya awan, ketinggian lokasi alat diletak, pergerakan angin, dan kondisi geografis. Hasil pengamatan terhadap parameter suhu oleh sensor dibandingkan dengan data BMKG dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Data Sensor Suhu Sensor Node dan Data BMKG

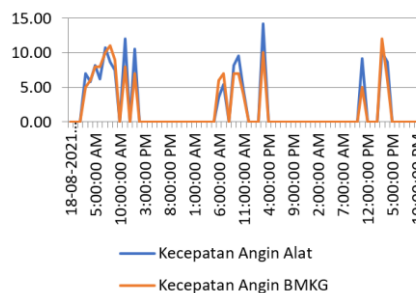
Dari grafik dapat dilihat bahwa trend pembacaan sensor sudah mendekati trend data BMKG. Namun terdapat selisih hasil pembacaan meskipun tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan karena peletakan sensor pada sensor node dengan sensor BMKG tidak dalam kondisi yang sama persis meskipun berada pada satu lokasi. Nilai rata-rata kesalahan relative pembacaan sensor dalam waktu tiga hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kesalahan Pembacaan Sensor Terhadap data BMKG

Pengamatan Hari ke-	Rata-rata Prosentase Error (%)
1	4.61
2	5.64
3	4.80
Rata-rata Error	5.02

2) Sensor Kecepatan Angin

Faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan nilai kecepatan angin diantaranya ialah kondisi adanya awan, ketinggian lokasi peletakan sensor, pergerakan angin, dan kondisi geografis. Pada pengujian kecepatan angin satuan yang dipakai adalah Km/h dan sensor di letakkan pada ketinggian 3 dari tanah dan sensor kecepatan angin BMKG berada pada ketinggian 10m.



Gambar 6. Perbandingan Data Sensor Kecepatan Angin Sensor Node dan Data BMKG

Tabel 2. Kesalahan Pembacaan Sensor Kecepatan Angin Terhadap Data BMKG

Pengamatan Hari ke-	Rata-rata Prosentase Error (%)
1	23.78
2	29.72
3	36.58
Rata-rata Error	30.03

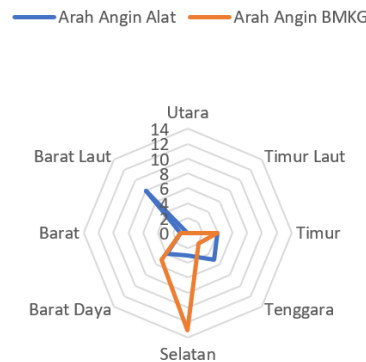
3) Sensor Arah Angin

Seperti pada sensor kecepatan angin, faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan nilai arah angin diantaranya ialah kondisi adanya awan, ketinggian lokasi alat diletak, pergerakan angin, dan kondisi geografis. Pada pengujian arah angin terdapat 8 arah angin yang akan dibaca sesuai derajat yaitu 0° = Utara, 45° = Timur Laut, 90° Timur, 135° = Tenggara, 180° = Selatan, 225° = Barat Daya, 270° = Barat, dan 315° = Barat Laut. Sensor arah angin pada sensor node di letakkan pada ketinggian 3m dari tanah dan sensor kecepatan angin BMKG berada pada ketinggian 10m. Hasil pengukuran arah angin dilihat dengan menghitung frekuensi penunjukan arah angin yang tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Frekuensi Pembacaan Sensor Arah Angin Terhadap Data BMKG

Range Arah Angin	Frequency pada Sensor Node	Frequency Data BMKG
0	0	0
45	0	0
90	4	4
135	5	2
180	3	13
225	4	5
270	1	1
315	8	0

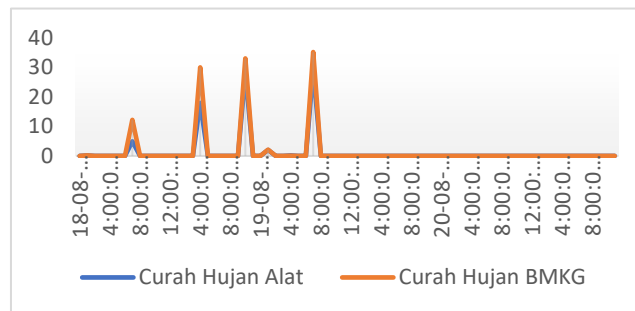
Frekuensi data arah angin pada sensor node selama 3 hari menunjukkan arah angin sering menunjuk ke arah 315° (Barat Laut) dan frekuensi data arah angin BMKG lebih sering ke arah 180° (Selatan). Dari data tersebut dapat dilihat bahwa penunjukan arah angin yang terbaca oleh sensor pada sensor node banyak berbeda dengan data BMKG, hal ini disebabkan karena pada proses pengujian penentuan titik referensi arah pada peletakan sensor tidak dilakukan dengan baik. Penentuan titik referensi peletakan sensor sangat mempengaruhi hasil pembacaan sensor.



Gambar 7. Perbandingan Data Sensor Arah Angin Sensor Node dan Data BMKG

4) Sensor Curah Hujan

Pada pengamatan data sensor curah hujan terdapat beberapa kali terdeteksi terjadinya hujan dengan nilai intensitas hujan yang tidak terlalu tinggi. Berikut merupakan tampilan data curah hujan dalam rentang waktu 3 hari dengan nilai curah hujan hasil pembacaan sensor BMKG lebih tinggi dibandingkan hasil pembacaan sensor curah hujan pada sensor node. Hal ini disebabkan karena ukuran bejana yang digunakan pada sensor tidak sama dengan sensor BMKG, sehingga data pembacaan sensor perlu dikalibrasi ulang.



Gambar 8. Perbandingan Data Sensor Curah Hujan Sensor Node dan Data BMKG

Kesalahan relative rata-rata pembacaan sensor hasil pengukuran kesalahan rata-rata pembacaan sensor dalam 3 hari dapat dilihat pada Tabel 4.

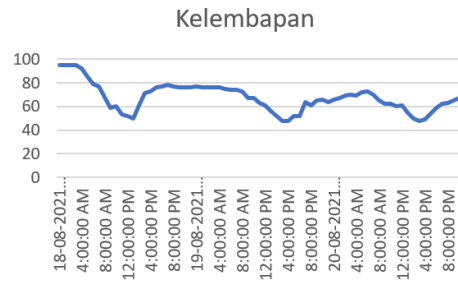
Tabel 4. Kesalahan Pembacaan Sensor Curah Hujan Terhadap Data BMKG

Pengamatan Hari ke-	Rata-rata Prosentase Error (%)
1	28.54
2	1.32
3	0
Rata-rata Error	9.95

5) Sensor PM2.5

Pada pengukuran kadar PM2.5 faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan nilai kadar PM2.5 diantaranya ialah polusi udara, asap pembakaran, asap kendaraan, dan debu. Pengambilan data kadar PM2.5 dilakukan pada tanggal 26-27 Agustus 2021. Gambar 9 merupakan data pembacaan

1.00 PM) kelembapan tetap menurun dari 53% menjadi 50%. Pada sore hari (2.00 PM – 6.00 PM) kelembapan mulai naik dari 61% menjadi 77%, dan pada malam hari kelembapan stabil dikisaran 78% sampai dengan 76%. Berikut data hasil pembacaan sensor selama tiga hari.



Gambar 11. Perbandingan Data Sensor Kelembapan Sensor Node dan Data BMKG

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil pembacaan sensor kelembapan sudah cukup baik, hal ini dapat dilihat bahwa nilai kelembapan udara pada siang hari cenderung menurun karena pada waktu pengukuran kondisi cuaca sedang panas dengan curah hujan sangat rendah bahkan pada waktu-waktu tertentu tidak ada hujan.

2. Tampilan Database Server

Data yang sudah terbaca pada arduino akan dikirimkan ke database agar data didapat bisa dihubungkan ke *Webserver Google Data Studio*. Tampilan data base dapat dilihat pada gambar berikut. Data yang terdapat pada database server tersebut selanjutnya ditampilkan dalam website yang dibangun berbasis *Google Data Studio*.

1

>

>>

☐ Show all

Number of rows: 25

Filter rows: Search this table

Sort by key: None

+ Options

Edit

Copy

Delete

35

10

12

31

Utara

3

43

12

1

2021-08-16 23:26:36

Edit

Copy

Delete

36

12

31

31

Barat

0

1

2

1

2021-08-16 23:27:32

Edit

Copy

Delete

37

10

12

31

Selatan

3

43

12

1

2021-08-16 23:28:28

Edit

Copy

Delete

38

12

31

31

Timur

0

0

9

1

2021-08-16 23:29:58

Edit

Copy

Delete

39

12

31

41

Tenggara

12

41

13

1

2021-08-16 23:30:55

Edit

Copy

Delete

40

12

31

41

Timur

12

31

40

1

2021-08-16 23:31:13

Edit

Copy

Delete

41

10

12

31

Selatan

3

43

22

1

2021-08-16 23:32:20

Edit

Copy

Delete

42

12

1

1

Utara

1

1

13

1

2021-08-16 23:33:27

Edit

Copy

Delete

43

12

10

12

Barat

12

65

14

1

2021-08-16 23:34:45

Edit

Copy

Delete

44

12

31

31

Selatan

0

1

20

1

2021-08-16 23:35:03

Edit

Copy

Delete

45

40

55

12

Selatan

12

67

30

1

2021-08-16 23:36:04

Edit

Copy

Delete

46

28

55

12

Utara

13

66

43

1

2021-08-16 23:37:35

Edit

Copy

Delete

47

33

55

20

Barat

12

67

34

1

2021-08-16 23:38:37

Edit

Copy

Delete

48

50

28

55

12

Barat

13

66

33

1

2021-08-16 23:39:29

Console

Gambar 12. Tampilan Database Server

4. Kesimpulan

Hasil pengujian dalam rentang waktu tertentu menunjukkan bahwa beberapa sensor parameter cuaca dibandingkan data BMKG telah dapat mengukur dengan baik antara lain sensor suhu dan curah hujan dengan masing-masing kesalahan pengukuran sebesar 4.61% dan 9.95%. Untuk pengukuran kecepatan angin menunjukkan kesalahan pengukuran yang cukup besar yaitu 30.03% karena sensor kecepatan angin dipasang pada ketinggian yang berbeda dengan sensor kecepatan angin BMKG. Untuk sensor arah angin menunjukkan frekuensi penunjukan arah yang berbeda karena *setting* titik referensi pada peletakan sensor arah angin tidak sama dengan sensor arah angin BMKG. Untuk pengukuran PM2.5 menunjukkan kesalahan pengukuran cukup besar yaitu 14.7% karena peletakan sensor PM2.5 pada sensor node tidak standar sehingga sampel partikulat yang terukur berbeda dengan yang diukur sensor BMKG. Sedangkan untuk sensor intensitas cahaya dan kelembapan udara karena tidak ada pembandingan maka tidak dapat dihitung nilai kesalahan pengukurannya. Namun jika dilihat dari trend hasil pembacaan kedua sensor telah

menunjukkan nilai yang sesuai. Untuk proses pengiriman data juga telah berjalan dengan baik karena data yang tersimpan di data base server telah menunjukkan nilai yang sama dengan data yang dibaca secara manual untuk beberapa sampel data.

Daftar Pustaka

- [1] M.H. Purba, (2017). Sistem Monitoring Kondisi Cuaca Dengan Menggunakan Modul Gsm Secara Real Time Berbasis Web. Universitas Sumatera Utara.
- [2] RT Wahyuni, M.B.S. Yonda, D.Wisnu, Y.P. Wijaya (2019). Sistem Monitoring Nilai FFMC untuk Menentukan Potensi Penyulutan Api Menjadi Kebakaran. Jurnal Elektro dan Terapan, 5(2), 40-49.
- [3] Gupta, H., Bhardwaj, D., Agrawal, H., Tikkiwal, V., & Kumar, A. (2019). An IoT Based Air Pollution Monitoring System for Smart Cities. IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies and Systems (ICSETS) (hal. 173-177). Bhubaneswar, India: IEEE.
- [4] A. Sy'bani, I. Chandra, L.I Majid, F.Vaicdan, R.A.A.Barus, A. Abdurrachman, R. A. R.A Salam, Pemantauan Konsentrasi PM2.5 dan CO2 Berbasis Low-Cost Sensor secara Real-Time di Cekungan Udara Bandung Raya, Jurnal Teknologi Lingkungan, 21(1), 9-15.
- [5] H.Subagiyo, RT Wahyuni, M. Akbar, F.Ulfa. Rancang Bangun Sensor Node untuk Pemantauan Parameter Kualitas Udara. Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, 18(1), 72-79.
- [6] F. Ulya, M. Kamal , Azhar, Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Dengan Tampilan Thingspeak, Jurnal Tektro, 1(1), 23-28.