

PERANCANGAN USER INTERFACE MONITORING DATA SENSOR UNTUK MENENTUKAN NILAI *FINE FUEL MOISTURE CODE* SEBAGAI PERINGATAN DINI POTENSI KEBAKARAN HUTAN

Ir. Achmad Komarudin, M.MT.¹⁾, Arief Rahman Hidayat, S.T., M.T.²⁾ Dinda Ayu
Permatasari, S.ST., M.T.³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektronika

Jurusan Teknik Elektro– Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno Hatta No.9 Kota Malang, Jawa Timur

E-mail: ¹⁾akomarudin1957@yahoo.co.id, ²⁾arhidayat27@gmail.com, ³⁾prmtsrdinda@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan sistem monitoring dan informasi data sensor sebagai peringatan dini potensi kebakaran penting dalam usaha untuk mengurangi dampak dari kebakaran hutan. Dampak dari kebakaran hutan akan menimbulkan kerugian pada lingkungan dan kerugian ekonomi. Agar dapat mengurangi dampak tersebut maka diperlukan usaha untuk mencegah kebakaran hutan dengan memperhitungkan peringkat kebakaran suatu wilayah. Peringkat kebakaran suatu wilayah dapat ditentukan dengan menggunakan *Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS)*. Sistem tersebut berguna untuk memberikan informasi terkait bahaya kebakaran berdasarkan pengamatan suhu harian, kelembaban udara, kecepatan angin dan curah hujan. Tingkat potensi kebakaran dengan menggunakan CFFDRS dapat diketahui dari nilai *Fire Weather Index (FWI)*. Perhitungan nilai FWI dapat ditentukan dengan beberapa parameter antara lain yaitu *Fine Fuel Moisture Code (FFMC)*, *Duff Moisture Code (DMC)* dan *Drought Code (DC)*. Salah satu kode sub sistem perhitungan nilai FWI adalah FFMC. FFMC merupakan faktor utama yang mengendalikan perilaku kebakaran hutan. FFMC adalah kode yang digunakan untuk indikator potensi penyulutan api menjadi kebakaran. Nilai FFMC dapat ditentukan dengan menggunakan informasi data hasil pengukuran dari kecepatan angin, suhu udara, kelembaban udara dan curah hujan. Agar lebih mudah dalam memperoleh data pengukuran kecepatan angin, suhu udara, kelembaban udara dan curah hujan, maka sistem ini dibuat dengan tujuan untuk merancang sistem monitoring data sensor untuk memperhitungkan nilai FFMC sebagai salah satu indikator peringatan dini potensi penyulutan api yang menyebabkan kebakaran hutan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring yang telah dibuat sudah dapat bekerja. Presentasi perhitungan error pengukuran suhu sebesar $\pm 1,81\%$, presentasi perhitungan error pengukuran kelembaban sebesar $\pm 1,37\%$ dan presentasi perhitungan error pengukuran kecepatan angin sebesar $\pm 2,85\%$, serta presentasi perhitungan error pengukuran sensor rain gauge sebesar $\pm 2,8\%$. Pengujian secara keseluruhan menunjukkan bahwa sistem dapat menghitung nilai FFMC yang sesuai dan dapat menampilkan data dan skala yang sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

Kata kunci: *User Interface, FFMC, LoRa.*

ABSTRACT

The design of a monitoring system and sensor data information as an early warning of potential fires is important in an effort to reduce the impact of forest fires. The impact of forest fires will cause environmental and economic losses. In order to reduce these impacts, efforts are needed to prevent forest fires by taking into account the fire rating of an area. The fire rating of an area can

be determined using the Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS). The system is useful for providing information related to fire hazards based on observations of daily temperature, humidity, wind speed and rainfall. The level of potential fire using CFFDRS can be determined from the value of the Fire Weather Index (FWI). The calculation of the FWI value can be determined by several parameters including Fine Fuel Moisture Code (FFMC), Duff Moisture Code (DMC) and Drought Code (DC). One of the sub-system codes for calculating FWI values is FFMC. FFMC is a code used to indicate the potential for ignition of a fire to become a fire. The FFMC value can be determined by using the measurement data information from wind speed, air temperature, humidity and rainfall. In order to make it easier to obtain measurement data of wind speed, air temperature, humidity and rainfall, this system was created with the aim of designing a sensor data monitoring system to take into account the FFMC value as an early warning indicator of potential fire ignition that causes forest fires. The test results show that the monitoring system that has been created can already work. The presentation of temperature measurement error calculation is $\pm 1.81\%$, and the presentation of humidity measurement error calculation is $\pm 1.37\%$ and the presentation of wind speed measurement error calculation is $\pm 2.85\%$ and also the presentation of rain gauge sensor calculation is $\pm 2.8\%$. Overall testing shows that the system can calculate the appropriate FFMC value and can display data and scales that match the predetermined criteria.

Keywords: User Interface, FFMC, LoRa.

1. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan di Indonesia merupakan salah satu masalah lingkungan yang perlu diperhatikan. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI pada tahun 2018 luas kebakaran hutan mencapai 529.266 Ha. Pada tahun 2019 luas kebakaran hutan mencapai 1.649.258 Ha. Pada tahun 2020 luas kebakaran hutan mencapai 120.534 Ha[1]. Akibat dari kebakaran hutan akan menimbulkan kerugian lingkungan dan kerugian ekonomi. Kerugian lingkungan yang terjadi seperti asap kebakaran yang membuat kualitas udara menjadi kurang bagus. Dampak lain yaitu menyebabkan emisi karbon yang berbahaya pada lingkungan. Kerugian ekonomi juga berdampak pada penurunan pendapatan. Penurunan pendapatan terjadi pada kegiatan sektor kehutanan, industri dan perdagangan. Oleh karena itu diperlukan tindakan untuk mencegah kebakaran hutan tersebut.

Perancangan sistem monitoring dan informasi data sensor sebagai peringatan dini potensi kebakaran penting dalam usaha untuk mengurangi dampak dari kebakaran hutan. Dampak dari kebakaran hutan akan menimbulkan kerugian pada lingkungan dan

kerugian ekonomi. Beberapa macam dari sistem peringatan dini potensi kebakaran telah banyak dibuat dan dipublikasi pada jurnal-jurnal ilmiah, seperti dalam penelitian[13], [14] yang telah melakukan penelitian terkait monitoring peringatan kebakaran hutan dengan menggunakan pembacaan sensor suhu, kelembaban dan asap. Pengolahan data masih sebatas terkait pembacaan sensor dan menampilkan data informasi dari data sensor dan belum memperhitungkan terkait nilai indeks peringkat kebakaran hutan suatu wilayah.

Pada beberapa sebagian sistem yang telah dibuat hanya dapat menampilkan data-data sensor berupa suhu, kelembaban, kecepatan angin dan curah hujan. Namun data-data pembacaan sensor tersebut sebagian masih belum secara khusus dikelola menjadi suatu data yang memberikan informasi adanya potensi kebakaran hutan atau memberikan peringkat kebakaran suatu wilayah.

Peringkat kebakaran suatu wilayah dapat ditentukan dengan menggunakan Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS). Sistem tersebut berguna untuk memberikan informasi terkait bahaya kebakaran berdasarkan pengamatan suhu

harian, kelembaban udara, kecepatan angin dan curah hujan. Tingkat potensi kebakaran dengan menggunakan CFFDRS dapat diketahui dari nilai Fire Weather Index (FWI). Perhitungan nilai FWI dapat ditentukan dengan beberapa parameter antara lain yaitu Fine Fuel Moisture Code (FFMC), Duff Moisture Code (DMC) dan Drought Code (DC)[2].

Salah satu kode sub sistem perhitungan nilai FWI adalah FFMC. FFMC merupakan faktor utama yang mengendalikan perilaku kebakaran hutan. FFMC adalah kode yang digunakan untuk indikator potensi penyulutan api menjadi kebakaran. Nilai FFMC dapat ditentukan dengan menggunakan informasi data hasil pengukuran dari kecepatan angin, suhu udara, kelembaban udara dan curah hujan. Agar lebih mudah dalam memperoleh data pengukuran kecepatan angin, suhu udara, kelembaban udara dan curah hujan, maka proposal ini dibuat dengan tujuan untuk merancang sistem monitoring data sensor untuk memperhitungkan nilai FFMC sebagai salah satu indikator peringatan dini potensi penyulutan api yang menyebabkan kebakaran hutan.

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dibuat sistem monitoring dan informasi peringatan dini potensi kebakaran hutan. Sistem monitoring peringatan dini potensi kebakaran hutan yang akan dibuat terdiri dari dua subsistem yaitu subsistem pembacaan data sensor dan subsistem pengolah data. Subsistem pembacaan data sensor dilengkapi sensor suhu, kelembaban udara, kecepatan angin dan curah hujan. Subsistem pengolah data akan mengolah data pembacaan data sensor untuk menghitung nilai FFMC. Sistem ini diharapkan dapat mempermudah perolehan data hasil dari pengukuran sensor dalam menentukan nilai FFMC sebagai peringatan dini potensi kebakaran hutan.

2. DASAR TEORI

Metode penelitian yang digunakan untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan

yang diinginkan yaitu identifikasi, percobaan sistem terhadap masing-masing komponen, pembuatan alat, pengujian alat, memperoleh hasil percobaan dan penarikan kesimpulan.

Perhitungan indeks bahaya kebakaran atau disebut Fire Weather Index (FWI) dapat diperoleh dengan menggunakan Canadian Forest Fire Danger Rating System (CFFDRS). Nilai FWI tersebut dapat ditentukan dengan beberapa parameter antara lain yaitu : *Duff Moisture Code* (DMC) , *Drought Code* (DC), *Initial Spread Index* (ISI), *Buildup Index* (BUI) dan *Fine Fuel Moisture Code* (FFMC).

Duff Moisture Code (DMC) merupakan peringkat numerik dari kelembaban rata-rata dari lapisan tanah organik yang tidak padat dengan kedalaman sedang. Kode ini memberikan indikasi konsumsi bahan bakar pada lapisan humus sedang dan materi berkayu berukuran sedang.

Drought Code (DC) merupakan peringkat numerik dari kandungan kelembaban dari lapisan tanah organik yang padat. Kode ini adalah indikator penting dari dampak kemarau musiman pada bahan bakar hutan dan banyaknya nyala bara api dalam lapisan organik yang dalam dan bahan bongkahan kayu yang besar. Kode ini digunakan sebagai indikator potensi membaranya api dalam suatu kebakaran dan potensi terjadinya kabut asap.

Initial Spread Index (ISI) merupakan peringkat numerik dari tingkat penyebaran api yang diharapkan. ISI merupakan penggabungan antara akibat angin dan FFMC pada tingkat penyebaran tanpa pengaruh kuantitas variabel bahan bakar. Kode ini menunjukkan bagaimana kebakaran akan menjalar atau merambat setelah penyulutan api.

Buildup Index (BUI) merupakan peringkat numerik dari tingkat bahan bakar yang akan dikonsumsi dan merupakan kombinasi dari DMC dan DC.

Fine Fuel Moisture Code (FFMC) merupakan peringkat numerik dari kandungan kelembaban dari bahan bakar

halus lainnya. Kode ini menandakan kemudahan relatif mulainya api dan terbakarnya. Kode ini berkorelasi dengan kejadian-kejadian kebakaran yang disebabkan manusia. Kode ini digunakan untuk indikator penyulutan api menjadi kebakaran.

Nilai FFMC ini digunakan untuk indikator potensi penyulutan api menjadi kebakaran yang dihitung berdasarkan empat parameter cuaca. Perhitungan FFMC memuat masukkan data berupa parameter cuaca antara lain yaitu kecepatan angin, suhu udara, kelembaban dan curah hujan. Cara untuk menghitung nilai FFMC dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut :

1. Menghitung kadar air dari hari sebelumnya

$$m_o = 147.2(101 - F_o) / (59.5 + F_o) \dots\dots\dots(1)$$

Nilai m_o didapatkan dengan menggunakan nilai F_o , dimana F_o adalah nilai FFMC hari sebelumnya.

2. Menghitung nilai curah hujan efektif

Menghitung nilai curah hujan efektif (r_f) dapat diperoleh dengan memperhatikan nilai curah hujan harian yang diukur pada siang hari (r_o). Jika $r_o > 0.5$, maka dapat diperoleh nilai curah hujan efektif :

$$r_f = r_o - 0.5 \dots\dots\dots(2)$$

Jika $r_o < 0.5$, maka dapat diperoleh nilai curah hujan efektif :

$$r_f = r_o \dots\dots\dots(3)$$

3. Menghitung kadar air setelah hujan

Menghitung kadar air setelah hujan (m_r) dapat diperoleh dengan memperhatikan nilai kadar dari hari sebelumnya (m_o). Jika $m_o \leq 150$, maka dapat diperoleh nilai m_r dengan persamaan berikut :

$$m_r = m_o + 42.5 r_f (e^{-100/(251-m_o)})(1 - e^{-6.93/r_f}) \dots\dots\dots(4)$$

Jika $m_o > 150$, maka dapat diperoleh nilai m_r dengan persamaan berikut :

$$m_r = m_o + 42.5 r_f (e^{-100/(251-m_o)})(1 - e^{-6.93/r_f}) + 0.0015(m_o - 150)^2 r_f^{0.5} \dots\dots\dots(5)$$

Selanjutnya, m_r menjadi nilai m_o yang baru

4. Menghitung nilai EMC saat kering

Nilai EMC saat kering (E_d) dapat diperoleh dengan persamaan berikut

$$E_d = 0.942H^{0.679} + 11e^{(H-100)/10} + 0.18(21.1 - T)(1 - e^{-0.115H}) \dots\dots\dots(6)$$

Setelah memperoleh E_d , selanjutnya adalah memperhatikan nilai m_o dengan E_d .

Jika $m_o > E_d$, maka untuk menghitung k_d dimana k_d merupakan nilai tingkat kering. Agar dapat memperoleh nilai k_d maka dapat menghitung k_o terlebih dahulu, dimana k_o adalah nilai yang dihitung untuk memperoleh nilai k_d dari perhitungan parameter kelembaban dan kecepatan angin seperti pada persamaan berikut :

$$k_o = 0.424 [1 - (H/100)^{1.7}] + 0.0694W^{0.5} [1 - (H/100)^8] \dots\dots\dots(7)$$

$$k_d = k_o \times 0.581 e^{0.0365T} \dots\dots\dots(8)$$

Selanjutnya menghitung nilai m , dimana nilai m merupakan nilai dari kadar air setelah kering. Nilai m dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut :

$$m = E_d + (m_o - E_d) \times 10^{-k_d} \dots\dots\dots(9)$$

Jika $m_o < E_d$, maka untuk menghitung E_w dapat menggunakan Persamaan (10).

5. Menghitung nilai EMC saat basah

Nilai EMC saat basah (E_w) dapat diperoleh dengan persamaan berikut

$$E_w = 0.618H^{0.753} + 10e^{(H-100)/10} + 0.18(21.1 - T)(1 - e^{-0.115H}) \dots\dots\dots(10)$$

Jika $m_o < E_w$, maka untuk menghitung k_w dapat menggunakan persamaan berikut :

$$k_l = 0.424[1 - ((100-H)/100)^{1.7}] + 0.0694 W^{0.5}[1 - ((100-H)/100)^8] \dots\dots\dots(11)$$

$$k_w = k_l \times 0.581 e^{0.0365T} \dots\dots\dots(12)$$

Selanjutnya menghitung nilai m dengan menggunakan persamaan berikut :

$$m = E_w - (E_w - m_o) \times 10^{-k_w} \dots\dots\dots(13)$$

Selanjutnya, apabila $E_d \geq m_o \geq E_w$, maka $m = m_o$

6. Menghitung nilai FFMC
Nilai FFMC dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$F = 59.5(250 - m)/(147.2 + m) \dots\dots(14)$$

Dimana,

- T : suhu udara (C)
- H : kelembaban udara (%)
- W : kecepatan angin (km/jam)
- r_o : curah hujan harian yang diukur sekali sehari pada saat siang hari (mm)
- r_f : curah hujan efektif
- m_o : kadar air hari sebelumnya
- m_r : kadar air setelah hujan
- m : kadar air setelah kering
- E_d : EMC saat kering
- E_w : EMC saat basah
- k_o : langkah untuk menghitung k_d
- k_d : tingkat kering, log10m/hari
- k_l : langkah untuk menghitung k_w
- k_w : tingkat basah, log10m/hari
- F_o : FFMC pada hari sebelumnya
- F : FFMC

Nilai FFMC dapat diklasifikasikan pada skala rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi yang dapat dilihat pada Tabel 1. FFMC menunjukkan tingkat potensi kemudahan terjadinya kebakaran ditinjau dari parameter cuaca pada bahan-bahan ringan mudah

terbakar pada lapisan atas permukaan tanah[3].

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Skala FFMC

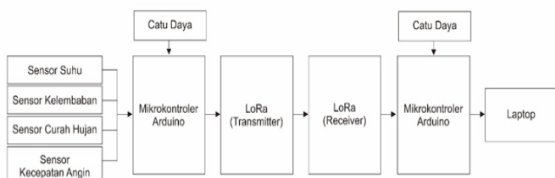
Skala	Interval	Indikator	Klasifikasi
Rendah	0 – 72	Biru	Cukup Sulit terbakar
Sedang	73 – 77	Hijau	Sulit terbakar
Tinggi	78 – 82	Kuning	Mudah terbakar
Sangat Tinggi	>83	Merah	Sangat mudah terbakar

2.1. Alat dan Komponen

- **Sensor Kecepatan Angin**
Sensor kecepatan angin merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin.
- **Sensor DHT**
Sensor DHT merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara.
- **Sensor Rain Gauge**
Fungsi sensor rain gauge dapat digunakan untuk membaca dan mengukur curah hujan.
- **Arduino**
Fungsi Arduino adalah sebagai pengolah data dan dapat menjalankan program-program yang telah dibuat
- **LoRa**
LoRa adalah modul transmisi nirkabel yang dapat digunakan untuk komunikasi spektrum jarak jauh dan sangat panjang. Keunggulan LoRa merupakan teknologi *wireless* yang mudah diaplikasikan dengan jarak jangkauan komunikasi yang jauh hingga 1 km dan biaya pemasangan yang lebih murah.

2.2. Blok Diagram

Blok diagram ini akan menjelaskan proses alur kerja dari alat seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Prinsip kerja sistem ini dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain bagian input, transmitter, receiver dan output yang ditampilkan pada laptop. Pada bagian input terdiri dari beberapa sensor antara lain sensor suhu, kelembaban, kecepatan angin dan curah hujan. Data-data sensor yang diperoleh selanjutnya akan diolah Arduino dan dikirimkan melalui transmitter dengan perangkat LoRa. Receiver akan menerima data-data sensor yang diperoleh dari perangkat transmitter. Selanjutnya data-data sensor akan diolah sehingga memperoleh nilai FFMC dan ditampilkan pada komputer atau laptop.

2.3. Flowchart



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur, mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan permasalahan. Selanjutnya adalah analisa kebutuhan terkait kebutuhan yang dibutuhkan, dimulai dengan kebutuhan perangkat keras dan estimasi biaya yang diperlukan.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan perancangan sistem secara keseluruhan. Rancangan sistem disusun berdasarkan blok diagram yang telah dibuat. Selanjutnya merupakan tahap pengujian, dimana pada tahap ini pengujian dilakukan pada komponen-komponen antara lain: Sensor kecepatan angin, suhu, kelembaban dan curah hujan hingga pengujian secara keseluruhan bekerja dengan baik.

3. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pembacaan pada rangkaian sensor yang dipakai sehingga dapat digunakan dan bekerja dengan baik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor DHT22 Pada Pembacaan Suhu

No	Suhu (°C)	Thermometer (°C)	Error	%Error
1	28,78	28,1	0,68	2,36
2	29,93	29,3	0,63	2,10
3	30,49	30,1	0,39	1,28
4	31,87	31,2	0,67	2,10
5	32,76	32,6	0,16	0,49
6	33,92	33,1	0,82	2,42
7	34,71	34,2	0,51	1,47
8	35,86	35,3	0,56	1,56
9	36,96	36,1	0,86	2,33
10	37,97	37,2	0,77	2,03
Rata-rata %Error				1,81

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor DHT22 Pada Pembacaan Kelembaban

No	Kelembaban (%RH)	Thermometer (%RH)	Error	%Error
1	63,17	64	0,83	1,2
2	63,37	64	0,63	0,9
3	65,37	66	0,63	0,9
4	66,94	67	0,06	0,08
5	65,76	67	1,24	1,8
6	63,67	65	1,33	0,2
7	62,52	64	1,48	2,3
8	62,17	63	0,83	1,3

9	62,22	64	1,78	2,7
10	61,47	63	1,53	2,4
Rata-rata %Error				1,37

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Kecepatan Angin

No	Anemometer	Kalibrasi GM816	Error	%Error
1	0,84	0,9	0,06	6,6
2	0,93	1	0,07	7
3	1,75	1,8	0,05	2,7
4	2,26	2,3	0,04	1,7
5	2,77	2,9	0,13	4,4
6	2,86	2,9	0,04	1,3
7	3,18	3,2	0,02	0,6
8	3,68	3,7	0,02	0,5
9	3,73	3,8	0,07	1,8
10	4,02	4,1	0,08	1,9
Rata-rata %Error				2,85

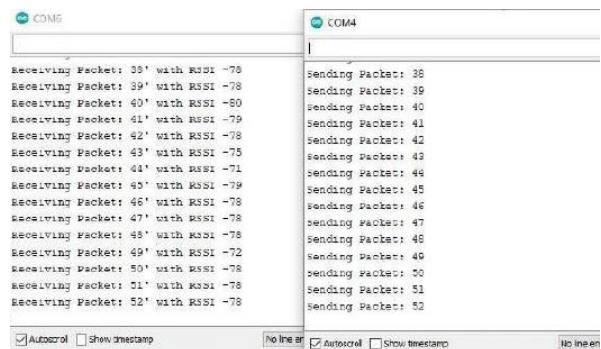
Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Curah Hujan yang dilakukan 10 menit

No	Waktu	Rain Gauge (mm)	Alat Ukur Curah Hujan (mm)	Error	%Error
1	24-06-22 14.04	0,788	0,807	0,019	2,5
2	24-06-22 14.05	0,788	0,814	0,026	3,4
3	24-06-22 14.06	0,788	0,799	0,011	1,4
4	24-06-22 14.07	0,788	0,824	0,036	2,3
5	24-06-22 14.08	0,998	1,013	0,015	3,8
6	24-06-22 14.09	38,57	39,61	1,04	2,7

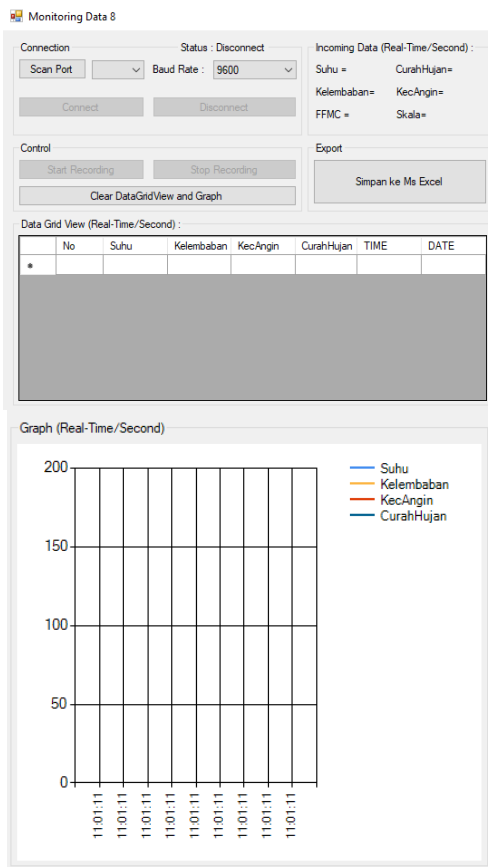
7	24-06-22 14.10	94,25	96,77	2,52	1,9
8	24-06-22 14.11	117,71	120,77	3,06	2,6
9	24-06-22 14.12	118,2	121,86	3,66	3,1
10	24-06-22 14.13	118,2	123,28	5,08	4,3
Rata-rata %Error					2,8

Tabel 6. Hasil Pengujian LoRa

No	Jarak (meter)	RSSI	Pengiriman Data
1	100	-72	Terkirim
2	200	-81	Terkirim
3	300	-95	Terkirim
4	400	-102	Terkirim
5	500	-105	Terkirim
6	600	-107	Terkirim
7	700	-111	Terkirim
8	800	-114	Terkirim



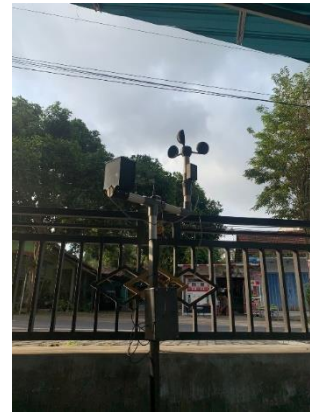
Gambar 3. Pengujian Komunikasi dengan LoRa



Gambar 4. Tampilan User Interface



Gambar 5. Realisasi Alat Pada Bagian Transmitter

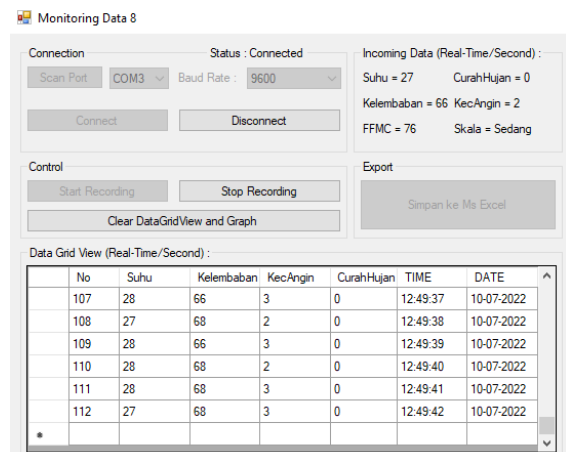


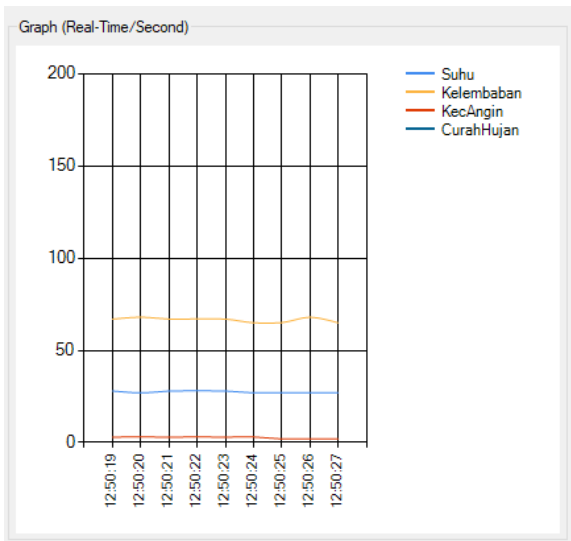
Gambar 6. Realisasi Alat Pada Bagian Receiver

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Gambar 7. Sistem secara keseluruhan diuji dengan diberi nilai paramater antara lain suhu, kelembaban (RH), kecepatan angin dan curah hujan seperti pada Tabel 3. sehingga sistem akan menghitung dan menampilkan nilai FFMC dan skala sesuai dengan level dari nilai FFMC.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sistem

Suhu	RH	Angin	Hujan	RSSI	FFMC	Skala
24	98	4	0	-40	52	Rendah
28	71	3	17	-38	50	Rendah
29	69	3	0	-36	76	Sedang
29	72	7	1	-41	81	Tinggi
29	76	4	1	-37	81	Tinggi
30	58	3	0	-42	85	Sangat Tinggi
31	59	3	0	-43	87	Sangat Tinggi





Gambar 7. Hasil Pengujian Sistem

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari perancangan dan pengujian alat ini diperoleh bahwa alat dapat bekerja dengan baik karena mampu menampilkan data dan menjalankan program sesuai yang diinginkan untuk mengetahui nilai dari pembacaan sensor suhu, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin serta nilai FFMC. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa fungsional pembacaan sensor telah berjalan dengan baik dengan rata-rata kesalahan dari hasil kalibrasi sensor DHT untuk suhu 1,81%, kelembaban 1,37% dan sensor kecepatan angin sebesar 2,85% serta sensor rain gauge sebesar 2,8%. Komunikasi alat ini dapat bekerja dengan baik mulai dari mengirim dan menerima data sensor dengan menggunakan LoRa dengan jarak kurang lebih 10 meter dengan rata-rata kekuatan sinyal RSSI adalah sebesar -39.

5. Daftar pustaka

[1] “Rekapitulasi Luas Kebakaran Hutan dan Lahan (Ha) Per Provinsi Di Indonesia Tahun 2015-2020 (Data s/d 30 September 2020),” *Indonesia: Direktorat PKHL Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI*, 2020.

- [2] Nur I., Bandi S., Abdi S., Indah P. “Analisa Hubungan Curah Hujan dan Parameter Sistem Peringkat Bahaya Kebakaran dengan Kejadian Kebakaran Hutan dan Lahan untuk Menentukan Nilai Ambang Batas Kebakaran,” *Jurnal Geodesi Undip*, Vol.6, pp.2, 2017.
- [3] Yenni Vetrira, “Drought and Fine Fuel Moisture Code Evaluation An Early Warning System for Forest Land Fire Using Remote Sensing Approach,” *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, Vol. 9 pp. 2 140-147, 2012.
- [4] Eric A. Miller.. “A Conceptual Interpretation of the Drought Code of The Canadian Forest Fire Weather Index System,” 2020.
- [5] R. Sulistyowati, E. Avianti, A. L. Panjaitan, A. Darmawan, and L. Sumargana, “The Role of Himawari Rainfall Data for Indonesia Fire Danger Rating System (Ina-FDRS),” doi: 10.1109/AGERS.2018.8554206, 2018.
- [6] Sasmoko, D., & Mahendra, A. “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IoT dan SMS Gateway Menggunakan Arduino,” *Jurnal SIMETRIS*, Vol. VIII, no. 2, p. 469-476, 2017.
- [7] DM Gao, XF Fin, YF Liu. “Prediction of Forest Fire Using Wireless Sensor Network,” *Journal of Thropical Forest Science* 27, Vol. 3, p. 342-250, 2015.
- [8] Mandarani, P. “Perancangan dan Implementasi User Interface Berbasis Web Untuk Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Asap Pada Ruangan Berbeda Dengan Memanfaatkan Jaringan Local Area Network,” *TEKNOIF*, p. 37-42, 2014.
- [9] Suciarti. “Sistem Informasi Tingkat Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan dengan Menggunakan Fire Weather Index (FWI) dan SIG Arcview” *Universitas Tanjungpura*, 2013.

- [10] Tian X, Mc Rae DJ, Jin J, “Wildfires and the Canadian Forest Fire Weather Index System for the Daxing’anling region of China Tan YK & Panda SK,” *International Journal of Wildland Fire* vol. 20, p. 963–973, 2012.
- [11] Tan YK & Panda SK, “Self-autonomous Wireless Sensor nodes with Wind Energy Harvesting for Remote Sensing of Wind-driven wildfire spread,”. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 60, no. 1367–1377, 2011.
- [12] K. Anderson. “A Comparison Of Hourly Fine Fuel Moisture Code Calculations Within Canada. American Meteorological Society Eighth Symposium on Fire and Forest Meteorology October 13-15, Kalispell, Montana,” *USA*, 2009.
- [13] Tito Suhendra, “Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut Berbasis Arduino dengan Antarmuka Website dan Short Message Service (SMS),” *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*,” Vol. 05, No.3, p. 72-79, 2017.
- [14] Merry Tri, “Perancangan Antarmuka Pengguna untuk Monitoring Sensor Pada Sistem Peringatan Dini Kebakaran Hutan Berbasis Website”. *Jurnal Teknik Elektro Univ. Brawijaya* Vol. 9 No.8, 2021.