

Sistem Monitoring Kebakaran Hutan Menggunakan Antena Array VHF

1st Bobby Predarico
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

bobypredarico@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rina Pudji Astuti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rinapudjiastuti@telkomuniversity.ac.id

3rd Edwar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang memiliki kawasan hutan yang luas. Di Indonesia terdapat sekitar 120,5 juta hektar kawasan hutan. Memiliki wilayah hutan yang luas, Indonesia tidak terlepas dari masalah kebakaran hutan. Beberapa teknologi telah diciptakan untuk mengatasi kebakaran hutan di Indonesia. Namun, teknologi yang ada masih belum optimal karena membutuhkan biaya yang mahal dan terbatas oleh cuaca. Perancangan sistem monitoring kebakaran hutan ini bertujuan untuk menjadi solusi terbaru untuk mengatasi kebakaran hutan di Indonesia. Sistem yang dirancang bekerja pada frekuensi VHF (Very High Frequency) yaitu 170,3 MHz. Untuk mengirimkan data dari segmen pengirim dan penerima menggunakan modul radio RF4463PRO. Selain itu, mikrokontroler membantu modul tersebut dalam proses pengiriman data. Rancangan sistem memiliki dua segmen, yaitu segmen pengirim dan segmen penerima. Pada segmen pengirim terdapat penambahan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan pada segmen penerima terdapat penambahan alarm sebagai output sistem. Setelah sistem dirancang, dilakukan beberapa pengujian dengan mengirimkan data dari segmen pengirim ke segmen penerima dengan kondisi yang berbeda.

Kata kunci—Kebakaran Hutan, Modul Radio RF4463PRO, VHF, Segmen pengirim, Segmen Penerima.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar yang memiliki hutan cukup luas. Di Indonesia terdapat sekitar 120,5 juta hektar kawasan hutan [1]. Menjadi negara dengan kawasan hutan yang luas pada saat ini, kebakaran hutan masih sering terjadi di Indonesia. Teknologi Elang Cakara yang dioperasikan dengan pendeteksi asap [2] dan citra satelit geostasioner Himawari-8 Advanced Himawari Imager (AHI) sebagai pemantau titik api [3]. Akan tetapi, teknologi tersebut masih belum dapat bekerja maksimal karena memerlukan biaya yang cenderung mahal, terbatas oleh cuaca, dan lain-lain. Dari kementerian lingkungan hidup dan kehutanan pada tahun 2021 kebakaran hutan di Indonesia sebanyak 358,867 hektar, kebakaran hutan pada tahun tersebut meningkat dibandingkan tahun 2020. Kasus kebakaran hutan terbesar dalam jangka lima tahun terakhir terjadi pada tahun 2019 [4]

Maka dari itu perancangan Sistem Monitoring Kebakaran Hutan Menggunakan Antena Array VHF

menjadi solusi yang dapat dikembangkan. Sistem ini dirancang memerlukan IC *Trasceiver* yang berfungsi sebagai penghubung dari segmen pengirim dan segmen penerima. Pada perancangan modul radio yang digunakan ditambahkan sensor suhu pada segmen pengirim dan penambahan alarm pada segmen penerima.

II. KAJIAN TEORI

Sistem monitoring kebakaran hutan memiliki peranan penting sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan kebakaran hutan di Indonesia. Untuk perancangan sistem menggunakan beberapa komponen pada PCB Modul yang digunakan.

A. Modul Radio RF4463

Modul radio dapat berfungsi sebagai media IC *Transceiver* sistem, dengan menghubungkan komunikasi antara sisi *transmitter* dan *receiver*. Adapun penggunaan modul radio yang digunakan pada *capstone* proyek menggunakan modul radio RF4463PRO dengan memiliki daya *output* sebesar +20 dBm [5]. Sehingga memiliki jangkauan luas serta memiliki kinerja yang lebih baik

B. Mikrokontroler

Arduino Nano merupakan salah satu jenis papan mikrokontroler berukuran kecil dengan memiliki mikrokontroler ATmega328 [6]. Penggunaan Arduino Nano digunakan sebagai mikrokontroler sistem yang akan dirancang pada sisi *transmitter* dan *receiver* untuk menghubungkan sistem dengan layar *monitor*.

C. Sensor DHT11

Pada sistem, sensor suhu DHT11 berfungsi pada sisi *transmitter* yang akan mengukur suhu dan kelembaban [7] yang terjadi disekitar hutan tempat peletakan sistem. Suhu yang didapatkan akan dikirimkan ke antena *receiver* melalui mikrokontroler yang sudah terhubung dengan modul dan antena *transmitter*.

D. Alarm

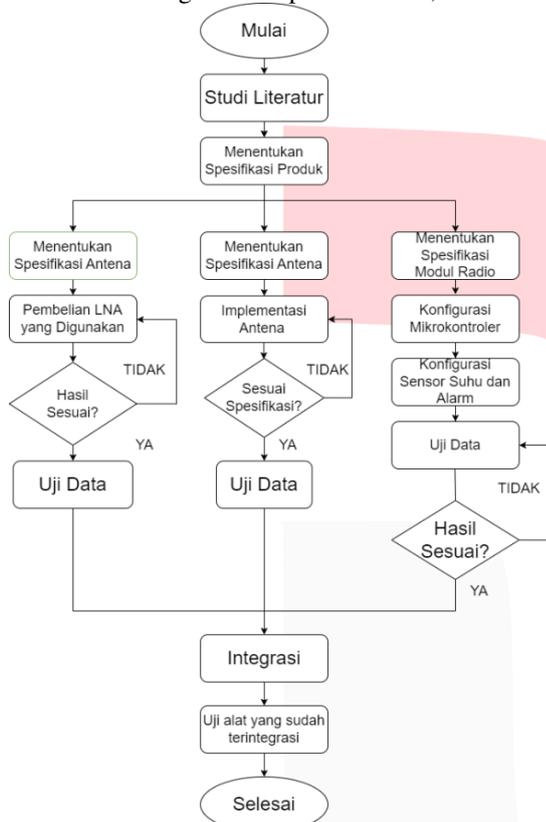
Pada sistem yang dirancang *alarm* berfungsi sebagai komponen yang beroperasi sebagai media pemberi peringatan bahwa terjadinya kebakaran hutan melalui *output*

suara yang dihasilkan dari pengolahan daya menjadi gelombang suara.

III. METODE

A. Diagram Alir Perancangan

Pada penelitian ini perancangan sistem dilakukan secara bertahap sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, dimulai dari perancangan sistem, integrasi sistem, hingga pengujian sistem dan diakhiri dengan analisis sistem. Di bawah ini adalah diagram dari penelitian ini,



GAMBAR 1 Diagram Kerja Sistem

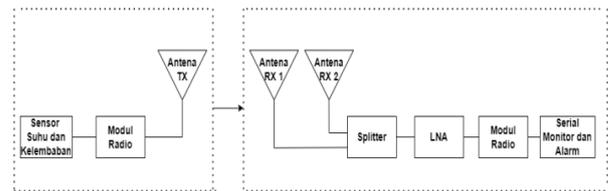
B. Spesifikasi dan Desain Sistem

Pada penelitian ini, dirancang suatu sistem monitoring kebakaran hutan dengan spesifikasi sebagai berikut.

TABEL 1 Spesifikasi Sistem Kebakaran Hutan

Spesifikasi	Keterangan
Frekuensi	170,3 MHz
Modulasi	2-FSK
Baudrate Komunikasi	9600

Untuk desain sistem monitoring kebakaran hutan yang akan direalisasikan pada penelitian ini terdapat segmen pengirim dan penerima, Berikut merupakan blok diagram sistem monitoring yang akan direalisasikan.



GAMBAR 2 Subsistem Sistem Monitoring Kebakaran Hutan

Pada Gambar, terdapat dua segmen pembangunan desain sistem monitoring kebakaran hutan, antara lain segmen pengirim yang terdapat di hutan dan segmen penerima yang terletak di stasiun pemantau. Pada segmen penerima terdapat Modul RF4463PRO, Mikrokontroler, dan Sensor suhu DHT11 yang sudah disusun menjadi satu-kesatuan dalam bentuk PCB. Selain itu, pada segmen pengirim juga terdapat RF4463PRO, Mikrokontroler, dan Alarm yang telah disusun dalam PCB. Pada sistem yang digunakan memerlukan laptop/ PC sebagai media pengirim dan penerima data dari segmen pengirim di hutan menuju segmen penerima di stasiun pengawas kabakaran.

C. PCB Transceiver Modul Radio RF4463PRO

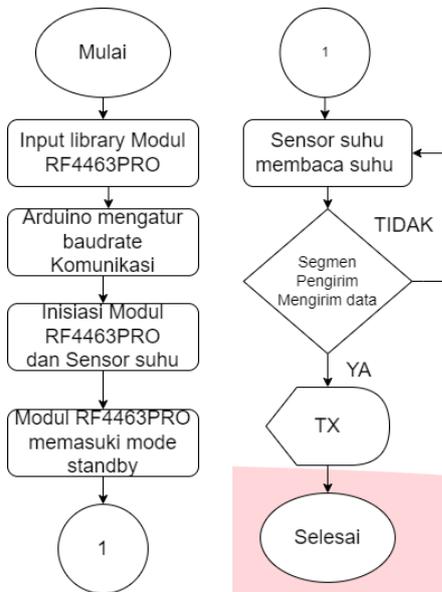
PCB Modul berfungsi sebagai Transceiver sistem dengan menghubungkan komunikasi antara segmen pengirim dan penerima. PCB Modul terdiri dari modul RF4463PRO, Mikrokontroler, dan DHT11 pada segmen pengirim dan pada segmen penerima terdapat sebuah alarm sebagai pengganti sensor suhu. Modul RF4463PRO memiliki daya output sebesar +20dBm sehingga memiliki jangkauan luas dan memiliki performa yang baik [8]. Modul radio RF4463PRO digunakan karena frekuensi kerja modul ini dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Untuk spesifikasi jenis modul radio yang digunakan. Lihat Tabel 2.

TABEL 2 Spesifikasi Modul RF4463PRO

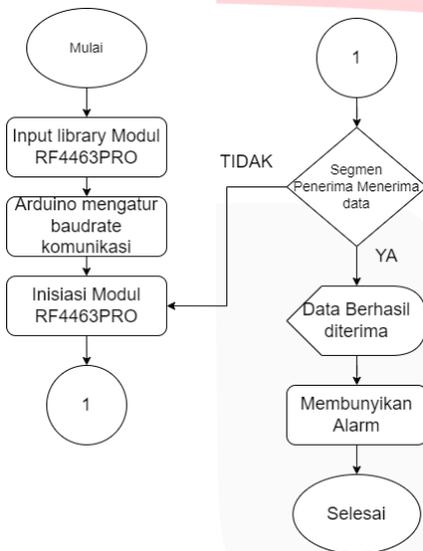
Spesifikasi	Keterangan
Rentang Frekuensi	: 142-1050 MHz
Daya keluaran Maksimal	: 20 dBm
Kecepatan Transfer Daya	: 0,1-1000 Kbps
Jenis Modulasi	: FSK, 4-FSK, MSK
Sumber Daya Listrik	: 1,8-3,6 V

D. Algoritma Cara Kerja Sistem

Berikut ini merupakan diagram kerja sistem.



GAMBAR 3 Diagram Sistem Pengirim



GAMBAR 4 Diagram Sistem Penerima

Berdasarkan algoritma diatas, sistem terdiri dari segmen pengirim dan penerima. Cara kerja sistem akan dimulai dari segmen pengirim yang berada di hutan, sensor suhu akan mendeteksi suhu sekitar hutan dan mengirimkan data menuju segmen penerima ada di hutan menuju segmen penerima. Kemudian, segmen penerima akan berfungsi sebagai media penerima data melalui serial monitor dan alarm yang berbunyi ketika terjadi kebakaran di hutan.

E. Spesifikasi Antena

Antena yang digunakan pada perancangan sistem monitoring kebakaran hutan menggunakan antena monopole. Spesifikasi antena dibutuhkan supaya antenna dapat bekerja sesuai dengan yang diperlukan. Antena yang digunakan dapat bekerja pada rentang frekuensi 144-433MHz. Berikut merupakan spesifikasi antena yang dirancang:

TABEL 3 Spesifikasi Antena

Spesifikasi	Keterangan
Rentang frekuensi	: 144/433 MHz
Power	: 10 watt
Gain	: 2.15 dB
Impedansi	: 50 ohm
Panjang	: 40 cm

F. Spesifikasi LNA

Pada sistem yang dirancang menggunakan LNA (Low Noise Amplifier) pada segmen penerima sebagai penguat sinyal. Spesifikasi LNA diperlukan supaya LNA dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan sistem. Berikut merupakan spesifikasi antenna yang dirancang:

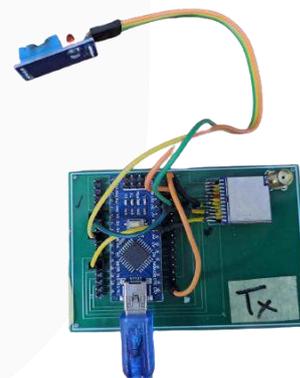
TABEL 4 Spesifikasi LNA

Spesifikasi	Keterangan
Return Loss	: -8,65 dB
VSWR	: 2,16
Gain	: 0,12 dB

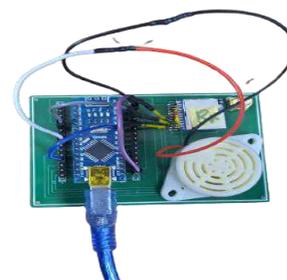
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi PCB Modul Sistem Monitoring Kebakaran Hutan

Implementasi PCB modul sistem monitoring kebakaran hutan dilakukan setelah selesai merancang sistem dan mendapatkan spesifikasi sistem yang digunakan, PCB modul radio dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



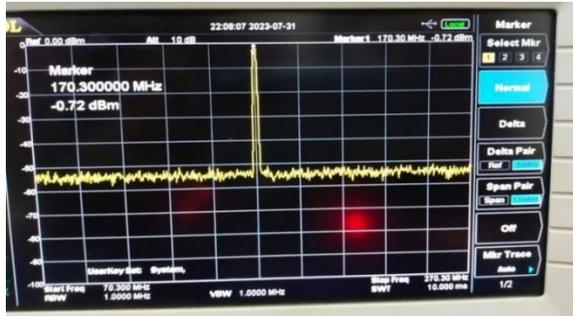
GAMBAR 5 PCB Modul Pengirim



GAMBAR 6 PCB Modul Penerima

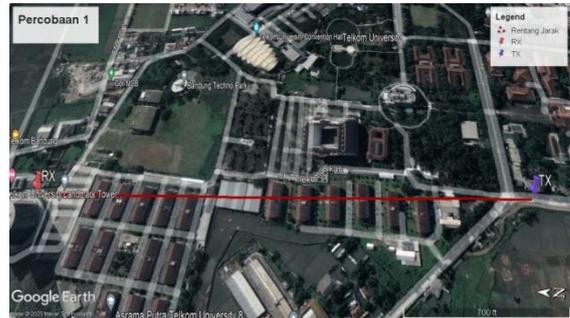
B. Pengukuran Frekuensi dengan Spectrum Analyzer

Pengukuran frekuensi dilakukan untuk mengetahui nilai frekuensi kerja modul sistem monitoring kebakaran hutan pada saat bekerja. Pengukuran frekuensi kerja menggunakan Spectrum Analyzer (SA). Spectrum Analyzer merupakan alat ukur yang berfungsi untuk mengukur sinyal listrik terutama frekuensi. Hasil dari pengukuran frekuensi kerja modul dapat dilihat pada Gambar 7.



GAMBAR 7
Pengukuran PCB Modul dengan SA

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, segmen pengirim berhasil mengirimkan data menuju segmen penerima dengan jarak 739 meter. Untuk jarak pengujian dapat dilihat pada Gambar 8.



GAMBAR 8
Jarak antar Segmen Kondisi 1

Pengujian sistem pada kondisi pertama dilakukan sebanyak dua kali, yaitu dengan kondisi suhu hutan keadaan aman dan ketika kondisi terjadi kebakaran. Hasil pengujian pertama dengan kondisi keadaan aman dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.

C. Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem, dilakukan pengiriman data dari segmen pengirim ke segmen penerima. Pengujian pengiriman data dilakukan dengan menggunakan software Arduino IDE yang telah terhubung dengan mikrokontroler pada PCB. Hasil sistem monitoring kebakaran hutan ini dapat dilihat pada serial monitor dan alarm akan berbunyi jika terjadi peningkatan suhu atau terjadi sebuah kebakaran. Berikut merupakan hasil pengiriman data dari segmen pengirim dan penerima.

1. Pengujian Sistem dengan Kondisi berbeda

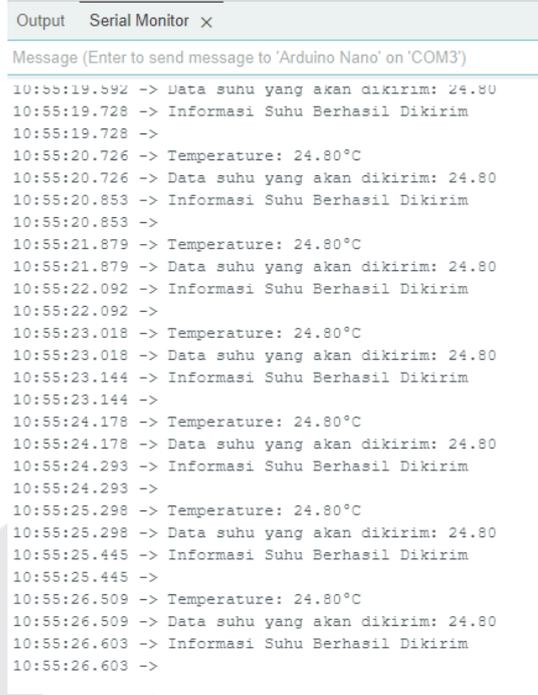
Pengujian dengan kondisi berbeda dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pengirim dan penerima dapat mengirim dan menerima data. Kondisi pengujian dilakukan dengan beberapa penempatan. Lokasi pengujian dilakukan di lingkungan Kampus Universitas Telkom. Pengujian pertama segmen pengirim berada pada tempat terbuka, pengujian kedua dilakukan dengan menempatkan segmen pengirim diantara pepohonan, dan pengujian ketiga tanpa LNA.

2. Pengujian dengan Kondisi Pertama

Pengujian dilakukan dengan menempatkan segmen pengirim ditempat terbuka. Adapun penempatan antar segmen dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5
Penempatan Kedua Segmen Pengujian 1

Segmen	Penempatan Segmen
TX	Ketinggian 1.5 Meter
	Gedung Deli Universitas Telkom, ruang terbuka
RX	Ketinggian 5 Meter
	Gedung TULT Univeristas Telkom, ruang terbuka



GAMBAR 9
Hasil Pengujian 1 Kondisi Aman Segmen Pengirim

```

Serial Monitor x Output
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM4')

10:57:01.790 -> KEADAAN AMAN
10:57:01.790 ->
10:57:02.880 -> Berhasil menerima data Suhu: 25.30°C
10:57:02.924 -> STRING: 25.30
10:57:02.924 -> Suhu Float: 25.30
10:57:02.968 -> KEADAAN AMAN
10:57:02.968 ->
10:57:04.029 -> Berhasil menerima data Suhu: 25.33°C
10:57:04.065 -> STRING: 25.33
10:57:04.065 -> Suhu Float: 25.33
10:57:04.098 -> KEADAAN AMAN
10:57:04.098 ->
10:57:05.199 -> Berhasil menerima data Suhu: 25.30°C
10:57:05.234 -> STRING: 25.33
10:57:05.234 -> Suhu Float: 25.33
10:57:05.234 -> KEADAAN AMAN
10:57:05.234 ->
10:57:06.332 -> Berhasil menerima data Suhu: 25.30°C
10:57:06.370 -> STRING: 25.30
10:57:06.370 -> Suhu Float: 25.30
10:57:06.370 -> KEADAAN AMAN
10:57:06.370 ->
10:57:07.479 -> Berhasil menerima data Suhu: 25.33°C
10:57:07.518 -> STRING: 25.33
10:57:07.518 -> Suhu Float: 25.33
10:57:07.557 -> KEADAAN AMAN
10:57:07.557 ->
    
```

GAMBAR 10 Hasil Pengujian 1 Kondisi Aman Segmen Penerima

Hasil pengujian pertama dengan kondisi kebakaran pada segmen pengirim dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.

```

Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM3')

17:48:13.330 -> Temperature: 40.40°C
17:48:13.330 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.40
17:48:13.458 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
17:48:13.458 ->
17:48:14.468 -> Temperature: 40.40°C
17:48:14.468 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.40
17:48:14.588 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
17:48:14.588 ->
17:48:15.648 -> Temperature: 40.60°C
17:48:15.648 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.60
17:48:15.737 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
17:48:15.737 ->
17:48:16.744 -> Temperature: 40.60°C
17:48:16.744 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.60
17:48:16.884 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
17:48:16.884 ->
17:48:17.930 -> Temperature: 40.20°C
17:48:17.930 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.20
17:48:18.047 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
17:48:18.047 ->
17:48:19.057 -> Temperature: 40.20°C
17:48:19.057 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.20
17:48:19.331 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
17:48:19.331 ->
17:48:20.205 -> Temperature: 40.10°C
17:48:20.205 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
    
```

GAMBAR 11 Hasil pengujian 2 Kondisi Kebakaran Segmen Pengirim

```

Serial Monitor x Output
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM4')

17:48:03.175 ->
17:48:04.289 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
17:48:04.324 -> STRING: 40.10
17:48:04.324 -> Suhu Float: 40.10
17:48:04.364 -> TERJADI KEBAKARAN!
17:48:04.364 ->
17:48:05.413 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
17:48:05.458 -> STRING: 40.10
17:48:05.458 -> Suhu Float: 40.10
17:48:05.503 -> TERJADI KEBAKARAN!
17:48:05.503 ->
17:48:06.583 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
17:48:06.613 -> STRING: 40.10
17:48:06.613 -> Suhu Float: 40.10
17:48:06.660 -> TERJADI KEBAKARAN!
17:48:06.660 ->
17:48:07.717 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
17:48:07.799 -> STRING: 40.10
17:48:07.799 -> Suhu Float: 40.10
17:48:07.799 -> TERJADI KEBAKARAN!
17:48:07.799 ->
17:48:08.849 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
17:48:08.890 -> STRING: 40.10
17:48:08.890 -> Suhu Float: 40.10
17:48:08.934 -> TERJADI KEBAKARAN!
17:48:08.934 ->
    
```

GAMBAR 12 Hasil Pengujian 2 Kondisi Kebakaran Segmen Penerima

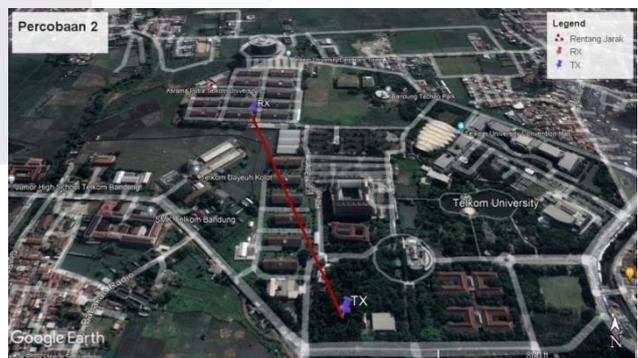
3. Pengujian dengan Kondisi Kedua

Pengujian dilakukan dengan menempatkan segmen pengirim ditengah pepohonan. Adapun penempatan antar segmen dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6 Penempatan Kedua Segmen Pengujian 2

Segmen	Penempatan Antena
TX	Ketinggian 1 Meter
	Belakang gedung Damar Universitas Telkom, kelilingi pepohonan
RX	Ketinggian 5 Meter
	Asrama Putra No.4 Universitas Telkom, ruang terbuka

Berdasarkan hasil pengujian kedua yang telah dilakukan, segmen pengirim berhasil mengirimkan data menuju segmen penerima dengan jarak 457 meter. Untuk jarak pengujian dapat dilihat pada Gambar 13.



GAMBAR 13 Jarak antar Segmen Kondisi 2

Pengujian sistem pada kondisi kedua dilakukan sebanyak dua kali, yaitu dengan kondisi suhu hutan keadaan aman dan ketika kondisi terjadi kebakaran. Hasil pengujian pertama

dengan kondisi keadaan aman dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.

```

Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM3')
10:27:17.039 -> Data suhu yang akan dikirim: 27.60
10:27:17.039 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:27:17.039 ->
10:27:18.296 -> Temperature: 27.60°C
10:27:18.296 -> Data suhu yang akan dikirim: 27.60
10:27:19.410 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:27:19.410 ->
10:27:19.418 -> Temperature: 27.60°C
10:27:19.418 -> Data suhu yang akan dikirim: 27.60
10:27:19.419 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:27:19.419 ->
10:27:19.766 -> Temperature: 27.60°C
10:27:19.766 -> Data suhu yang akan dikirim: 27.60
10:27:19.912 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:27:19.912 ->
10:27:20.901 -> Temperature: 27.60°C
10:27:20.901 -> Data suhu yang akan dikirim: 27.60
10:27:21.045 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:27:21.045 ->
10:27:22.088 -> Temperature: 27.60°C
10:27:22.088 -> Data suhu yang akan dikirim: 27.60
10:27:22.201 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:27:22.201 ->
10:27:23.206 -> Temperature: 27.60°C
10:27:23.206 -> Data suhu yang akan dikirim: 27.60
10:27:23.326 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:27:23.326 ->
    
```

GAMBAR 14
Hasil Pengujian 2 Kondisi Aman Segmen Pengirim

```

Serial Monitor x Output
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM4')
10:26:23.771 -> KEADAAN AMAN
10:26:23.771 ->
10:26:24.909 -> Berhasil menerima data Suhu: 27.10°C
10:26:24.941 -> STRING: 27.10
10:26:24.941 -> Suhu Float: 27.10
10:26:24.941 -> KEADAAN AMAN
10:26:24.941 ->
10:26:25.991 -> Berhasil menerima data Suhu: 27.10°C
10:26:26.029 -> STRING: 27.10
10:26:26.029 -> Suhu Float: 27.10
10:26:26.075 -> KEADAAN AMAN
10:26:26.075 ->
10:26:27.169 -> Berhasil menerima data Suhu: 27.10°C
10:26:27.201 -> STRING: 27.10
10:26:27.201 -> Suhu Float: 27.10
10:26:27.235 -> KEADAAN AMAN
10:26:27.235 ->
10:26:28.315 -> Berhasil menerima data Suhu: 27.10°C
10:26:28.357 -> STRING: 27.10
10:26:28.357 -> Suhu Float: 27.10
10:26:28.357 -> KEADAAN AMAN
10:26:28.357 ->
10:26:29.467 -> Berhasil menerima data Suhu: 27.10°C
10:26:29.516 -> STRING: 27.10
10:26:29.516 -> Suhu Float: 27.10
10:26:29.516 -> KEADAAN AMAN
10:26:29.516 ->
    
```

GAMBAR 15
Hasil Pengujian 2 Kondisi Aman Segmen Penerima

Hasil pengujian kedua dengan kondisi kebakaran pada segmen pengirim dapat dilihat pada Gambar 16 dan Gambar 17.

```

Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM3')
10:29:29.305 -> Data suhu yang akan dikirim: 39.50
10:29:29.451 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:29:29.451 ->
10:29:30.465 -> Temperature: 40.10°C
10:29:30.465 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
10:29:30.600 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:29:30.600 ->
10:29:31.599 -> Temperature: 40.10°C
10:29:31.599 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
10:29:31.746 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:29:31.746 ->
10:29:32.754 -> Temperature: 40.10°C
10:29:32.754 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
10:29:32.904 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:29:32.904 ->
10:29:33.893 -> Temperature: 40.10°C
10:29:33.893 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
10:29:34.011 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:29:34.011 ->
10:29:34.046 ->
10:29:35.064 -> Temperature: 40.10°C
10:29:35.064 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
10:29:35.191 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:29:35.191 ->
10:29:36.174 -> Temperature: 40.10°C
10:29:36.174 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
10:29:36.303 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
10:29:36.351 ->
    
```

GAMBAR 16
Hasil Pengujian 2 Kondisi Kebakaran Segmen Pengirim

```

Serial Monitor x Output
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM4')
10:29:55.875 -> TERJADI KEBAKARAN!
10:29:55.875 ->
10:29:56.940 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
10:29:56.987 -> STRING: 40.10
10:29:56.987 -> Suhu Float: 40.10
10:29:57.021 -> TERJADI KEBAKARAN!
10:29:57.021 ->
10:29:58.110 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
10:29:58.150 -> STRING: 40.10
10:29:58.150 -> Suhu Float: 40.10
10:29:58.193 -> TERJADI KEBAKARAN!
10:29:58.193 ->
10:29:59.261 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
10:29:59.295 -> STRING: 40.10
10:29:59.295 -> Suhu Float: 40.10
10:29:59.334 -> TERJADI KEBAKARAN!
10:29:59.334 ->
10:30:00.419 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.13°C
10:30:00.451 -> STRING: 40.13
10:30:00.451 -> Suhu Float: 40.13
10:30:00.492 -> TERJADI KEBAKARAN!
10:30:00.492 ->
10:30:01.548 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
10:30:01.586 -> STRING: 40.10
10:30:01.586 -> Suhu Float: 40.10
10:30:01.625 -> TERJADI KEBAKARAN!
10:30:01.625 ->
    
```

GAMBAR 17
Hasil Pengujian 2 Kondisi Kebakaran Segmen Penerima

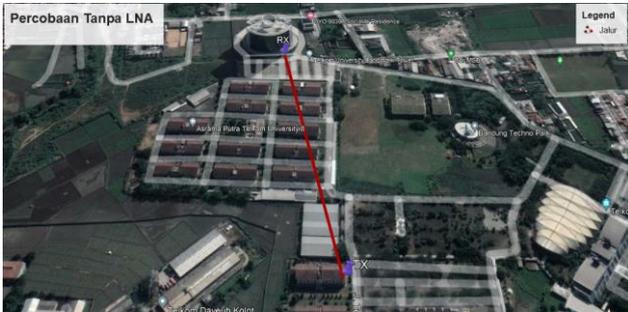
4. Pengujian tanpa LNA
 Pengujian dilakukan dengan menempatkan segmen pengirim ditengah pepohonan. Adapun penempatan antar segmen dapat dilihat pada Tabel 7.

TABEL 7.
Penempatan Kedua Segmen Pengujian 3

Segmen	Penempatan Segmen
TX	Ketinggian 1.5 Meter
	Gedung TULT Universitas Telkom, ruang terbuka
RX	Ketinggian 5 Meter

Asrama Putri F Universitas Telkom,
ruang terbuka

Berdasarkan hasil pengujian ketiga yang telah dilakukan, segmen pengirim berhasil mengirimkan data menuju segmen penerima dengan jarak 338 meter. Untuk jarak pengujian dapat dilihat pada Gambar 18.



GAMBAR 18
Jarak antar Segmen Percobaan 3

Pengujian sistem pada kondisi ketiga dengan sistem tanpa LNA dilakukan sebanyak dua kali, yaitu dengan kondisi suhu hutan aman dan ketika kondisi terjadi kebakaran. Hasil pengujian pertama dengan kondisi aman dapat dilihat pada Gambar 19 dan Gambar 20.

```

Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM4')
-----
13:52:04.686 -> Suhu Float: 31.80
13:52:04.686 -> KEADAAN AMAN
13:52:04.686 ->
13:52:05.806 -> Berhasil menerima data Suhu: 32.33°C
13:52:05.844 -> STRING: 32.33
13:52:05.844 -> Suhu Float: 32.33
13:52:05.844 -> KEADAAN AMAN
13:52:05.844 ->
13:52:06.940 -> Berhasil menerima data Suhu: 32.30°C
13:52:06.980 -> STRING: 32.30
13:52:06.980 -> Suhu Float: 32.30
13:52:06.980 -> KEADAAN AMAN
13:52:06.980 ->
13:52:08.078 -> Berhasil menerima data Suhu: 32.33°C
13:52:08.124 -> STRING: 32.33
13:52:08.124 -> Suhu Float: 32.33
13:52:08.171 -> KEADAAN AMAN
13:52:08.171 ->
13:52:09.233 -> Berhasil menerima data Suhu: 32.30°C
13:52:09.272 -> STRING: 32.30
13:52:09.272 -> Suhu Float: 32.30
13:52:09.272 -> KEADAAN AMAN
13:52:09.272 ->
13:52:10.390 -> Berhasil menerima data Suhu: 32.80°C
13:52:10.437 -> STRING: 32.80
13:52:10.437 -> Suhu Float: 32.80
13:52:10.437 -> KEADAAN AMAN
    
```

GAMBAR 20
Hasil Pengujian 3 Kondisi Aman Segmen Penerrima

Hasil pengujian kedua dengan kondisi kebakaran pada segmen pengirim dapat dilihat pada Gambar 21 dan Gambar 22.

```

Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM3')
-----
13:52:05.806 ->
13:52:06.806 -> Temperature: 32.30°C
13:52:06.806 -> Data suhu yang akan dikirim: 32.30
13:52:06.939 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:52:06.939 ->
13:52:07.951 -> Temperature: 32.30°C
13:52:07.951 -> Data suhu yang akan dikirim: 32.30
13:52:08.077 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:52:08.077 ->
13:52:09.099 -> Temperature: 32.30°C
13:52:09.099 -> Data suhu yang akan dikirim: 32.30
13:52:09.233 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:52:09.233 ->
13:52:10.258 -> Temperature: 32.80°C
13:52:10.258 -> Data suhu yang akan dikirim: 32.80
13:52:10.389 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:52:10.389 ->
13:52:11.378 -> Temperature: 32.80°C
13:52:11.378 -> Data suhu yang akan dikirim: 32.80
13:52:11.525 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:52:11.525 ->
13:52:12.551 -> Temperature: 32.80°C
13:52:12.551 -> Data suhu yang akan dikirim: 32.80
13:52:12.680 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:52:12.681 ->
13:52:13.685 -> Temperature: 32.80°C
13:52:13.685 -> Data suhu yang akan dikirim: 32.80
    
```

GAMBAR 19
Hasil Pengujian 3 Kondisi Aman Segmen Pengirim

```

Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM3')
-----
13:58:50.479 ->
13:58:51.500 -> Temperature: 40.10°C
13:58:51.500 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
13:58:51.611 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:58:51.653 ->
13:58:52.656 -> Temperature: 40.10°C
13:58:52.656 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
13:58:52.772 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:58:52.772 ->
13:58:53.793 -> Temperature: 40.10°C
13:58:53.793 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
13:58:53.931 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:58:53.931 ->
13:58:54.927 -> Temperature: 40.10°C
13:58:54.927 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.10
13:58:55.065 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:58:55.065 ->
13:58:56.107 -> Temperature: 40.60°C
13:58:56.107 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.60
13:58:56.223 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:58:56.223 ->
13:58:57.220 -> Temperature: 40.60°C
13:58:57.220 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.60
13:58:57.329 -> Informasi Suhu Berhasil Dikirim
13:58:57.376 ->
13:58:58.384 -> Temperature: 40.60°C
13:58:58.384 -> Data suhu yang akan dikirim: 40.60
    
```

GAMBAR 21
Hasil Pengujian 3 Kondisi Kebakaran Segmen Pengirim

```

Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM4')
13:59:12.267 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.60°C
13:59:12.308 -> STRING: 40.60
13:59:12.308 -> Suhu Float: 40.60
13:59:12.344 -> TERJADI KEBAKARAN!
13:59:12.344 ->
13:59:13.399 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.60°C
13:59:13.442 -> STRING: 40.60
13:59:13.442 -> Suhu Float: 40.60
13:59:13.476 -> TERJADI KEBAKARAN!
13:59:13.476 ->
13:59:14.557 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
13:59:14.601 -> STRING: 40.10
13:59:14.601 -> Suhu Float: 40.10
13:59:14.635 -> TERJADI KEBAKARAN!
13:59:14.635 ->
13:59:15.700 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.13°C
13:59:15.735 -> STRING: 40.13
13:59:15.735 -> Suhu Float: 40.13
13:59:15.771 -> TERJADI KEBAKARAN!
13:59:15.771 ->
13:59:16.836 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.10°C
13:59:16.883 -> STRING: 40.10
13:59:16.883 -> Suhu Float: 40.10
13:59:16.915 -> TERJADI KEBAKARAN!
13:59:16.915 ->
13:59:17.992 -> Berhasil menerima data Suhu: 40.13°C
13:59:18.027 -> STRING: 40.13

```

GAMBAR 22

Hasil Pengujian 3 Kondisi Kebakaran Segmen Penerrima

V. KESIMPULAN

Penelitian sistem monitoring kebakaran hutan yang telah dilakukan menghasilkan suatu sistem monitoring kebakaran hutan dengan menggunakan Modul RF4463PRO. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Segmen pengirim dan penerima dapat terhubung. Segmen pengirim berhasil mengambil data suhu sekitar dan meneruskannya ke segmen penerima yang menjadi output berupa tampilan dilayar monitor dan suara.
- Sistem yang dirancang dapat bekerja dengan frekuensi yang diinginkan, yaitu 170,3 MHz.
- Pengujian dilakukan beberapa kali, hasil dari pengujian segmen dapat saling terhubung dengan jarak 739 meter, 457 meter, dan 338 meter. Pengurangan jarak terjadi karena penempatan segmen dan tanpa penguat.
- Kondisi lingkungan pengujian sistem mempengaruhi jangkauan kerja sistem.

REFERENSI

- H. F. Nurofq and dkk, "Status hutan & kehutanan indonesia 2020," *Kementrian Lingkungan Hidup dan kehutanan Republik Indonesia*, 2021. https://www.menlhk.go.id/site/single_post/4695/status-hutan-dan-kehutanan-indonesia-2020 (accessed Nov. 08, 2022).
- G. Barus, "Elang Caraka, Peawat Tanpa Awak untuk Deteksi Dini Kebakaran Hutan," *Univesitas Gajah Mada*, Jan. 06, 2022. <https://ugm.ac.id/id/berita/22153-elang-caraka-pesawat-tanpa-awak-untuk-deteksi-dini-kebakaran-hutan/> (accessed Oct. 19, 2023).
- A. Sepriando and R. Heru Jatmiko, "DETEKSI KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT

HIMAWARI-8 DI KALIMANTAN TENGAH Forest and Land Fires Detection Using Himawari-8 Satellite Imagery in Central Kalimantan," *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, vol. 20, no. 2, pp. 79–89, 2019, [Online]. Available: <https://worldview.earthdata.nasa.gov>

- M. I. Mahdi, "Luas Kebakaran Hutan dan Lahan Indonesia Meningkat pada 2021," *Data Indonesia*, Apr. 22, 2022. <https://dataindonesia.id/varia/detail/luas-kebakaran-hutan-dan-lahan-indonesia-meningkat-pada-2021> (accessed Oct. 10, 2022).
- G-NiceRF, "RF4463PRO 100mW High-Performance Wireless Transceiver Module V3.0," *Nice RD*. <https://www.nicerf.com/item/rf-transmitter-and-receiver-module-rf4463pro> (accessed Feb. 11, 2023).
- Y. Triawan, J. Sardi, and J. Hamka Air Tawar, "Perancangan Sistem Otomatisasi pada Aquascape Berbasis Mikrokontroller Arduino Nano," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, 2020.
- K. Setiya Budi and Y. Pramudya, "PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI DATA KELEMBABAN DAN SUHU DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT11 DAN ARDUINO BERBASIS IOT," in *Universitas Negeri Jakarta Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 2017, pp. 47–54. doi: 10.21009/03.SNF2017.
- I. Muzzaki, L. O. Nur, and Edwar, "PERANCANGAN DAN REALISASI PURWARUPA SISTEM KOMUNIKASI SATELIT NANO DENGAN MENGGUNAKAN MODUL RF4463PRO – 433," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, no. 6, pp. 3596–3600, 2022.