

Penggunaan Antena Array Vhf Pada Sistem Monitoring Kebakaran Hutan

1st Yolanda Jessica Pakpahan
Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

yolandajessicapakpah@.student.telkom
university.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 negara kepulauan terbesar di dunia yang mengalokasikan sekitar 64% atau seluas 120,5 juta hektar daratannya sebagai Kawasan Hutan, sedangkan sisanya merupakan Areal Penggunaan Lain (APL). Saat ini kebakaran hutan di Indonesia masih sering terjadi baik terjadi karena kemarau yang berkepanjangan atau juga kasus kebakaran hutan ilegal. Hal ini menyebabkan kerugian besar bagi negara maupun masyarakat sekitar. Kasus kebakaran hutan sering kali tidak dapat dideteksi yang menyebabkan kebakaran besar. Pada Tugas Akhir *Capstone Design* ini dilakukan perancangan Sistem Monitoring Kebakaran Hutan Menggunakan Antena Array VHF sebagai solusi untuk mengatasi masalah kebakaran hutan di Indonesia yang masih sering terjadi.

Pada pengukuran parameter *return loss*, *VSWR*, dan *gain* yang dilakukan terdapat perbedaan hasil pengukuran antena tunggal dan antena array 2 elemen. Pada antena tunggal nilai *return loss* sebesar -10,572 dB, *VSWR* bernilai 1,8110, dan nilai *gain* sebesar 2,0186 dBi. Sedangkan pengukuran antena array 2 elemen didapatkan nilai *return loss* -15,575 dB, nilai *VSWR* sebesar 1,4267, dan *gain* 3,8891 dBi. Sedangkan untuk pola radiasi dan polarisasi kedua nya sama yaitu *omnidirectional* dan *elips*.

Kata kunci— Antena, Array, SIMO

I. PENDAHULUAN

Sekitar 64% atau 120,5 juta hektar wilayah Indonesia, negara kepulauan terbesar di dunia, diklasifikasikan sebagai kawasan hutan, selebihnya merupakan areal penggunaan lain (APL). Indonesia memiliki luas hutan yang cukup banyak sehingga sering disebut sebagai pemasok oksigen terbesar di dunia. Namun, kebakaran hutan di Indonesia masih sering terjadi karena kemarau panjang atau kebakaran hutan ilegal. Kebakaran hutan seringkali tidak terdeteksi, menyebabkan kebakaran besar. Pada saat ini ada beberapa teknologi yang digunakan untuk pemantauan kebakaran hutan seperti sistem IoT, citra satelit, dan lain-lain. Namun, teknologi yang sudah ada masih terdapat beberapa kendala dalam deteksi kebakaran hutan. Teknologi yang masih kurang untuk mendeteksi kebakaran hutan, penulis merancang suatu sistem untuk mengatasi kebakaran hutan. Adapun rancangan yang akan dibuat oleh penulis yaitu sistem *monitoring* kebakaran hutan dengan antena *array*. Pemilihan frekuensi VHF karena

akan lebih efisien bekerja pada frekuensi rendah dengan cakupan yang luas, selain itu akan lebih cocok untuk kawasan hutan yang dipenuhi pepohonan karena memiliki penetrasi yang baik.

Berdasarkan sumber [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mencatat luas kebakaran hutan di Indonesia sebanyak 358,867 hektar pada tahun 2021. Salah satu contoh kasus pada Juli 2022 terdapat kasus kebakaran hutan yang terjadi di wilayah Rokan Hilir, Riau. Lahan yang terbakar kurang lebih seluas 27 hektar dan meliputi lima titik serta tersebar di empat desa [2]. Selain itu, pada Agustus 2022 wilayah Indonesia kembali terjadi kebakaran hutan, tepatnya di Kecamatan Sukamara. Dalam kasus kebakaran hutan di kecamatan Sukamara, Provinsi Kalimantan Tengah terdapat 7,5 hektar [3].

Selain antena, perancangan sistem *monitoring* kebakaran hutan ini akan dilengkapi dengan komponen lainnya untuk memaksimalkan rancangan ini. Pada sisi *receiver* akan terdapat komponen LNA yaitu LNA (*Low Noise Amplifier*) yang berfungsi sebagai penguat antena, *alarm* komponen yang beroperasi sebagai media pemberi peringatan bahwa terjadinya kebakaran hutan melalui *output* suara, dan modul radio yang dilengkapi dengan mikrokontroler media IC *Transceiver* sistem, dengan menghubungkan komunikasi antara sisi *transmitter* dan *receiver*. Sedangkan pada sisi *transmitter* akan terdapat sensor suhu DHT11 yang akan mengukur suhu dan kelembapan yang terjadi disekitar hutan tempat peletakan sistem dan akan terdapat juga modul radio yang dilengkapi dengan mikrokontroler. Antena nantinya akan menggunakan menggunakan konsep SIMO (*Single Input Multiple Output*).

II. KAJIAN TEORI

A. Antena

Antena merupakan salah satu komponen yang memegang peranan penting dalam suatu sistem komunikasi. Antena dapat dipahami sebagai perangkat listrik yang mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan kemudian memancarkannya ke ruang bebas, dan sebaliknya, yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Antena diklasifikasikan sebagai transduser karena dapat mengubah satu bentuk energi menjadi energi lainnya. Parameter antena

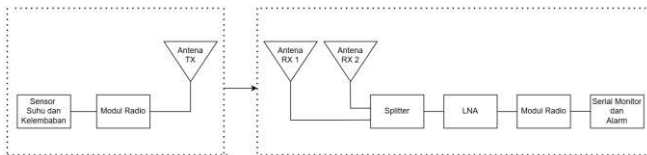
yang dijadikan acuan kualitas antenna antara lain *return loss*, VSWR, pola radiasi, polarisasi, dan gain [4].

B. Antena Monopole

Antena monopole adalah salah jenis antenna yang terbentuk dari satu batang konduktor lurus seperti kabel atau tembaga dimana batang konduktor ini tegak lurus dengan bagian *ground plane* nya. Antena monopole memiliki banyak kelebihan antara lain bentuk dan ukuran yang sederhana dan kecil, memiliki arah pancaran segala arah (*omnidirectional*), dan penguatan yang cukup besar [5]. Pemanfaatan kelebihan tersebut jenis antenna monopole dipilih karena sesuai dengan penempatan antenna *transmitter* dikondisi hutan.

C. Antena SIMO

Konsep desain sistem yang digunakan dengan metode *Single Input Multiple Output* (SIMO). Implementasi sistem SIMO menggunakan lebih dari satu antenna pada segmen *receiver* atau sistem ini juga disebut *receive diversity*. Pemakaian 2 antenna pada sisi *receiver* diharapkan agar kinerja antenna lebih baik dan menambah memperluas jangkauan antenna. Rancangan sistem *monitoring* kebakaran hutan dengan antenna *array* VHF dapat dilihat dibawah ini.



GAMBAR 1.
Sistem *Monitoring* Kebakaran Hutan

D. Frekuensi VHF

Frekuensi VHF (*Very High Frequency*) adalah frekuensi radio yang beroperasi pada rentang frekuensi 30 MHz hingga 300 MHz. Menurut referensi penggunaan frekuensi radio Indonesia yang diberikan Kementerian Komunikasi dan Informatika untuk Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), frekuensi VHF yang digunakan adalah 170,3 MHz [6].

E. Flowchart Antena

Flowchart digunakan menggambar langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan implementasi antenna. Untuk *flowchart* implementasi antenna dibawah ini.



GAMBAR 2.
Flowchart Antena

F. Rancangan Spesifikasi Antena

Berikut spesifikasi antenna yang dicapai dapat dilihat di Table 1.

TABLE 1.
Spesifikasi Antena yang Dirancang

Parameter	Target
Frekuensi Kerja	170,3 MHz
<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB
VSWR	≤ 2
Pola radiasi	<i>Omnidirectional</i>
Polarisasi	<i>Elips</i>
<i>Gain</i>	2-5 dBi
Impedansi	50 Ohm

G. Pengadaan Antena



GAMBAR 3.
Antena HT RH77B

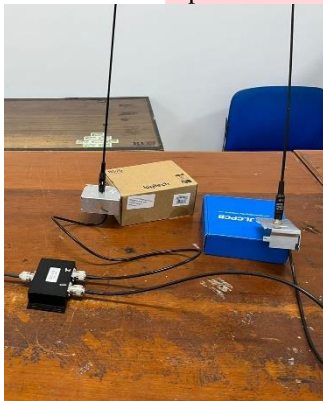
Antena yang digunakan dalam implementasi *capstone* ini memakai antenna yang sudah ada dipasaran. Antena yang digunakan HT RH77B, pemilihan jenis antenna ini karena spesifikasi antenna yang dimiliki mendekati spesifikasi antenna yang sebelumnya telah dirancang. Pemilihan antenna HT

RH77B karena dapat bekerja di frekuensi 170,3 MHz dan impedansi antenna sebesar 50 ohm. Antena yang digunakan akan berjumlah 3 antena, untuk segmen *transmitter* menggunakan 1 antena dan segmen *receiver* digunakan 2 antena. Antena HT RH 77B dapat dilihat pada Gambar 3 dan untuk spesifikasi antena dapat dilihat dalam Table 2.

TABLE 2.
Spesifikasi Antena HT RH77B

Rentang Frekuensi	144/433 MHz
Power	10 watt
Gain	2,15 dBi
Impedansi	50 ohm
Panjang	40 cm

Padasisi *receiver* antena akan terdapat dua antena HT RH 77B dan kedua antena dihubungkan ke *splitter* antena. Implementasi antena *receiver* dapat dilihat dalam Gambar 4.



GAMBAR 4.
Antena Array 2 Elemen

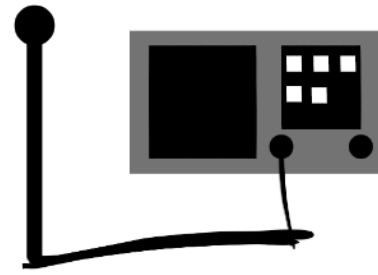
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian antena dilakukan sebanyak dua kali yaitu satu antena pada sisi *transmitter* sebagai pemancar dan pengujian kedua menggunakan dua antena atau *array* dua elemen pada sisi *receiver* sebagai penerima. Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Antena Universitas Telkom dan pengujian dilakukan pada frekuensi kerja antena yaitu 170,3 MHz. Parameter antena yang akan diukur adalah *return loss*, *VSWR*, *gain*, pola radiasi, dan polarisasi. Pada pengukuran pola radiasi dan polarisasi menggunakan antena *horn* yang dihitung dari persamaan 1 dan persamaan 2 sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{c \text{ (kecepatan cahaya)}}{f \text{ (frekuensi antena)}} \quad (1)$$

$$R = \frac{2(D)^2}{\lambda} \quad (2)$$

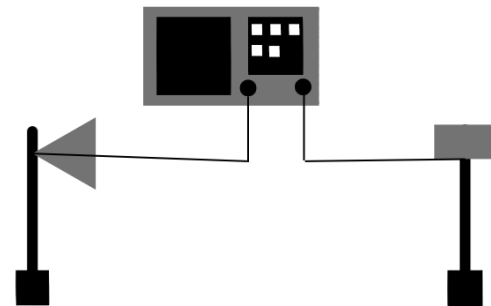
Pada pengukuran *return loss* dan *VSWR* menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA). Adapun langkah-langkah pengukuran antena untuk parameter *return loss* dan *VSWR* sebagai berikut:



GAMBAR 5.
Ilustrasi Pengukuran *Return Loss* dan *VSWR*

1. Menghubungkan antena yang akan diukur dengan kabel koaxial pada *port 1* VNA.
2. Mengatur frekuensi yang akan diukur.
3. Memilih parameter pengukuran. Untuk pengukuran *return loss* menekan tombol "LogMag", sedangkan untuk pengukuran *VSWR* menekan tombol "SWR".
4. Agar nilai pengukuran tidak berubah-ubah tekan tombol "STOP". Lalu Mencatat nilai hasil pengukuran yang telah dilakukan.

Sedangkan untuk pengukuran pola radiasi dan polarisasi selain menggunakan VNA diperlukan alat tambahan yaitu antena *horn*. Untuk pengukuran pola radiasi dilakukan dengan cara memutar mastig dan antena yang diam sampai memutar 350°. Untuk pengukuran polarisasi antena yang diputar dan mastig yang diam. Adapun tahapan pengukuran pola radiasi dan polarisasi sebagai berikut:



GAMBAR 6.
Ilustrasi Pengukuran Polarisasi dan Pola Radiasi

1. Mengatur jarak antara tiang penyangga dan *horn* dengan jarak yang telah dihitung melalui rumus.
2. Menghubungkan *horn* dengan VNA menggunakan kabel koaxial pada *port 1*, dan menghubungkan antena yang akan diukur dengan VNA menggunakan kabel koaxial pada *port 2*.
3. Mengatur frekuensi pada VNA.
4. Antena yang diukur diputar sesuai sudut putaran yaitu 0°-350°.
5. Mencatat hasil pengukuran setiap penambahan 10° sudut antena yang diukur.
6. Langkah terakhir yang dilakukan ialah mengolah data yang telah didapatkan sehingga nanti mendapatkan pola radiasi dan polarisasi antena yang diukur.

A. Pengujian Antena Tunggal

TABLE 3.
Hasil Pengukuran Antena Tunggal

Parameter	Hasil Pengukuran
<i>Return Loss</i>	-10,572 dB
VSWR	1,8110
Pola Radiasi	<i>Omnidirectional</i>
Polarisasi	<i>Elips</i>
<i>Gain</i>	2,0186 dBi

Hasil pengukuran yang didapatkan baik dan memenuhi spesifikasi antena yang telah dirancang sebelumnya. Pengukuran antena dilakukan pada frekuensi 170,3 MHz sesuai dengan frekuensi kerja. Walaupun mendapatkan hasil yang baik terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran yang dilakukan seperti pengaruh *noise* ruang pengukuran, kurang teliti pada saat pengukuran, dan *loss* kabel yang digunakan.

B. Pengujian Antena Array 2 Elemen

TABLE 4.
Hasil Pengukuran Antena Array 2 Elemen

Parameter	Pengukuran
<i>Return Loss</i>	-15,575 dB
VSWR	1,4267
Pola Radiasi	<i>Omnidirectional</i>
Polarisasi	<i>Elips</i>
<i>Gain</i>	3,8891 dBi

Hasil pengukuran antena *array* dua elemen juga mendapatkan hasil yang baik. Jika dibandingkan dengan hasil pengukuran antena tunggal pada Tabel 3 yang sama menggunakan frekuensi 170,3 MHz, hasil pengukuran antena *array* dua elemen lebih baik. Hal ini disebabkan pemakaian jumlah antena lebih dari satu dan dapat disimpulkan bahwa jumlah antena mempengaruhi hasil pengukuran menjadi lebih baik.

C. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian pengiriman dan penerimaan data menggunakan *platform* aplikasi Arduino IDE yang dihubungkan menuju mikrokontroler PCB dan antena pada segmen pengirim, untuk segmen penerima Arduino IDE dihubungkan dengan mikrokontroler PCB, LNA, dan antena. Kedua elemen sistem akan diberikan jarak untuk mengetahui bahwa antena pemancar dapat mengirimkan sinyal ke antena penerima dan menampilkan data sesuai yang dikirimkan oleh antena pemancar. Pengujian sistem dilakukan di lingkungan Kampus Telkom University dengan kondisi banyak gedung dan pepohonan.

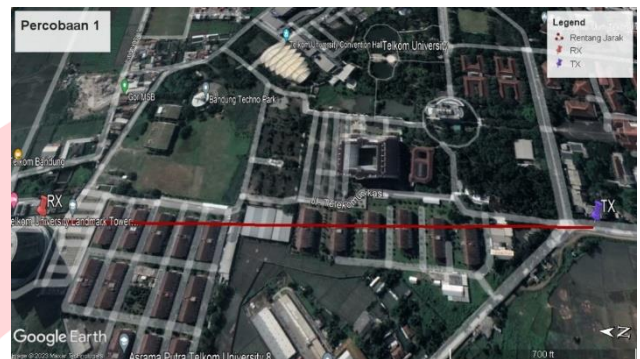
1. Pengujian Kondisi Pertama

TABLE 5.
Penempatan Segmen Kondisi Pertama

Segmen	Penempatan Segmen
TX	Ketinggian 1.5 Meter
	Gedung Deli Universitas Telkom, Ruang Terbuka
RX	Ketinggian 5 Meter

Gedung TULT Univeristas Telkom,
Ruang Terbuka

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu pengujian terhadap sistem kerja *monitoring* kebakaran hutan yang telah dibuat, jarak maksimal dari kedua segmen adalah 739 meter. Kondisi tempat pengujian berlokasi antara Gedung TULT pada segmen penerima dan Gedung Deli untuk segmen pengirim. Kondisi pengujian sistem yang dilakukan terdapat hambatan berupa gedung-gedung kampus sekitar area. Untuk lokasi jarak pengukuran dapat dilihat pada Gambar 7.



GAMBAR 7.

Jarak Pengujian Kondisi Pertama

2. Pengujian Kondisi Kedua

TABEL 6.
Penempatan Segmen Kondisi Kedua

Segmen	Penempatan Antena
TX	Ketinggian 1 Meter
	Belakang gedung Damar Universitas Telkom, Dikelilingi Pepohonan
RX	Ketinggian 5 Meter
	Asrama Putra No.4 Universitas Telkom, Ruang Terbuka

Kondisi tempat pengujian berlokasi antara Gedung Asrama Putra 4 pada segmen penerima dan hutan kampus belakang Gedung Damar untuk segmen pengirim. Kondisi pengujian sistem yang dilakukan terdapat hambatan berupa gedung dan pepohonan disekitar area pengujian. Hasil dari pengujian dengan kondisi jarak antar segmen pengirim dan penerima berada pada jarak 457 meter sinyal dapat dikirimkan dari segmen pengirim dan juga berhasil diterima oleh segmen penerima. Kondisi tempat pengujian berlokasi antara Gedung Asrama Putra 4 pada segmen penerima dan hutan kampus belakang Gedung Damar Universitas Telkom untuk segmen pengirim. Kondisi pengujian sistem yang dilakukan terdapat hambatan berupa gedung dan pepohonan disekitar area pengujian. Pengujian jarak pengukuran dapat dilihat pada Gambar 8.



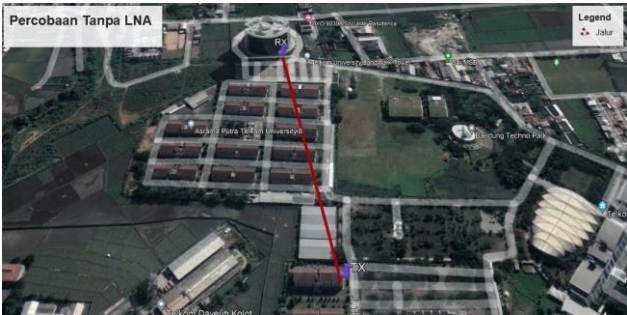
GAMBAR 8.
Jarak Pengujian Kondisi Pertama

3. Pengujian Kondisi Ketiga

TABEL 7.
Penempatan Segmen Kondisi Ketiga

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 yang dilakukan pengiriman data berhasil dilakukan dengan jarak tempuh yang dapat dijangkau ketika segmen tanpa menggunakan LNA hanya sejauh 338 meter. Untuk lokasi jarak pengukuran dapat dilihat pada Gambar 9.



GAMBAR 9.
Jarak Pengujian Kondisi Pertama

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengukuran antenna dan pengujian keseluruhan sistem, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran antenna *array* 2 elemen lebih baik dibandingkan antenna tunggal.
2. Jumlah antenna yang digunakan mempengaruhi hasil pengukuran antenna.
3. Antena HT RH77B memenuhi spesifikasi produk yang sebelumnya telah dirancang.
4. Antena *transmitter* sebaiknya diletakkan lebih tinggi daripada antenna *receiver*.

REFERENSI

[1] M. I. Mahdi, "Luas Kebakaran Hutan dan Lahan Indonesia Meningkat pada 2021," *DataIndonesia.id*, Apr. 22, 2022. <https://dataindonesia.id/varia/detail/luas-kebakaran-hutan-dan-lahan-indonesia-meningkat-pada-2021> (accessed Oct. 10, 2022).

[2] BNPB, "Lahan Seluas 27 Hektar Terbakar di Rokan Hilir," *bnpb.go.id*, Jul. 12, 2022. <https://bnpb.go.id/berita/lahan-seluas-27-hektar-terbakar-di-rokan-hilir> (accessed Oct. 15, 2022).

[3] BNPB, "Sebanyak 7,5 Hektar Lahan di Kabupaten Sukamara Kebakaran," *bnpb.go.id*, Aug. 19, 2022. <https://www.bnpb.go.id/berita/sebanyak-7-5-hektar-lahan-di-kabupaten-sukamara-kebakaran> (accessed Oct. 15, 2022).

[4] F. A. Yuda, B. Setia Nugroho, and L. O. Nur, "PERANCANGAN DAN ANALISIS ANTENA METAMATERIAL PATCH SIRKULAR UNTUK TEKNOLOGI 5G DENGAN CSRR PADA FREKUENSI 3,5 GHZ DESIGN AND ANALYSIS METAMATERIAL CIRCULAR PATCH ANTENNA FOR 5G TECHNOLOGY WITH CSRR AT 3.5 GHZ FREQUENCY," vol. 8, no. 6, p. 11668, 2021.

[5] B. Nugroho and A. A. Zahra, "PERANCANGAN ANTENA MONOPOLE 900 MHz PADA MODUL ARF 7429B."

[6] BNPB, *PEDOMAN RADIO KOMUNIKASI KEBENCANAAN*. Jakarta: BNPB, 2013.