

## Rancang Bangun Antena Yagi 433 Mhz pada *Automatic Antenna Tracker* untuk Pesawat Terbang Tanpa Awak

Denny H.T. Nugroho<sup>1</sup>, M. Farid Hasan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera

\*denny.nugroho@el.itera.ac.id<sup>1</sup>, mfarid.13115012@student.itera.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRACT

*Small Scale Mapping Sector uses UAV (Unmanned Aerial Vehicle) as a mapping tool. UAVs require wireless and long-distance communication. For this reason, an antenna with a far beam pattern and a high gain are needed. This research uses the Yagi antenna because it has a directional beam pattern but has a weakness that is, the Yagi antenna must be directed by pointing to connect the communication between the antenna and the UAV. Based on the results of the calculation and simulation of the Yagi antenna with a frequency of 433 MHz, a gain of 14.2 dBi was obtained. Yagi antenna designs are made using aluminum and copper. From the results of the communication distance test, obtained a range of  $\pm 5$  km. The test is carried out by attaching the Yagi antenna to the receiver of the 433 MHz telemetry module, then the transceiver module is installed in the UAV.*

**Keywords :** Antenna, Yagi antenna, Wireless communication, Unmanned aerial vehicle, Telemetry

### INTISARI

Bidang pemetaan lahan skala kecil menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) sebagai sarana pemetaan. UAV memerlukan komunikasi tanpa kabel (*wireless*) dengan jarak yang jauh dan stabil. Untuk itu dibutuhkan sebuah antena dengan pola pancaran yang jauh dan penguatan (*gain*) yang tinggi. Penelitian ini menggunakan antena Yagi karena memiliki pola pancaran yang terarah (*directional*) tetapi memiliki kelemahan yaitu, antena Yagi harus diarahkan secara *pointing* untuk menjaga komunikasi antara antena dan UAV. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi antena Yagi dengan frekuensi 433 MHz, diperoleh penguatan (*gain*) sebesar 14,2 dBi. Rancangan antena Yagi dibuat menggunakan Almunium dan tembaga berbentuk pipa. Dari hasil pengujian jarak komunikasi diperoleh jarak jangkauan  $\pm 5$  km. Pengujian dilakukan dengan memasang antena Yagi ke modul *receiver telemetri* 433 MHz, kemudian modul *transceiver* dipasang pada pesawat tanpa awak (UAV) yang diterbangkan.

Kata kunci: antena, antena Yagi, komunikasi wireless, pesawat tanpa awak, telemetri

### I. PENDAHULUAN

Pada bidang pemetaan lahan, informasi merupakan hal yang sangat vital, karena digunakan untuk mengetahui lokasi, ketinggian UAV serta untuk mengetahui kondisi UAV sehingga stasiun penerbangan atau *Ground Control Station* (GCS) dapat mengambil keputusan apakah UAV tersebut tetap bisa melakukan penerbangan (*flight*) atau pendaratan (*landing*). Maka dari itu, komunikasi antar UAV dengan GCS harus dalam kondisi yang baik alias tanpa gangguan.

Komunikasi antara UAV dengan GCS merupakan komunikasi jarak jauh tanpa kabel (*wireless*). Oleh sebab itu, membutuhkan sebuah antena dengan jarak jangkauan komunikasi yang jauh. Ada bermacam-macam jenis antena yang biasa digunakan, seperti antena *dipole*, antena helical, antena parabolik, antena Yagi, antena moxon, dan lain-lain. Berbeda jenis antena, berbeda pula bentuk atau pola pancarannya. Ada jenis pancaran *omni-directional* (segala arah), *bi-directional* (dua arah), dan *directional* (searah)[1][2]. Berdasarkan kebutuhan, dimana antena harus memiliki jarak jangkauan

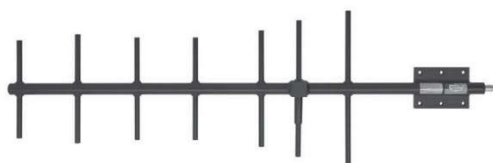
komunikasi yang jauh dengan daya input sebesar 100 mW, maka dirancanglah sebuah antena Yagi yang memiliki pola pancaran yang lurus dan terarah (*directional*), karena dengan pola pancaran yang lurus dapat mencapai jarak yang jauh, tergantung dari daya input yang dipancarkan serta besar nilai penguatan dari antena tersebut.

Antena yang memiliki pola pancaran yang lurus atau terarah memiliki kelemahan yaitu harus selalu diarahkan untuk menjaga komunikasi antara antena dan UAV tetap stabil, jika sampai meleset atau melenceng akan menyebabkan komunikasi antara antena dan UAV akan terputus. Untuk mengatasi hal tersebut, antena Yagi yang dirancang akan dipasangkan pada sebuah alat pelacak otomatis (*Automatic Tracker*) supaya antena Yagi dapat mengarah ke UAV (*pointing*) secara terus-menerus (*real-time*).

## II. LANDASAN TEORI

### A. Antena Yagi

Antena Yagi merupakan salah satu dari berbagai macam antena yang memiliki pola pancaran yang lurus dan terarah (*directional*). Antena Yagi ditemukan oleh Professor Hidetsugu Yagi dan Assistenya Shintaro Uda pada tahun 1925. Antena Yagi merupakan sebuah antena *dipole* yang diberi tambahan *parasitic* elements berupa *reflector* dan *director* sehingga menghasilkan *gain* ke arah tertentu [2].



Gambar 1. Bentuk Antena Yagi

Antena Yagi memiliki komponen/elemen utama yaitu elemen *dipole* yang merupakan pemancar radiasi utama. Kemudian elemen *reflektor* yang merupakan elemen pemantul radiasi agar pola pancaran mengarah ke depan (ujung kiri Gambar 1). Komponen yang terakhir ada elemen

penyarah (*director*) yang digunakan sebagai penyarah pola pancaran dan menyempitkan sudut pancaran, semakin banyak elemen *director* yang terpasang, pola radiasi akan semakin sempit dan semakin jauh.

### B. Rumus Dasar Antena Yagi

Dalam perancangan antena Yagi terdapat rumus dasar yang digunakan, yaitu:  $\lambda = c/f$ . Dimana  $\lambda$  adalah panjang gelombang yang digunakan untuk menentukan panjang tiap komponen/elemen antena Yagi. Serta  $c$  adalah cepat rambat cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s) dan  $f$  adalah frekuensi kerja yang digunakan pada antena [3]. Kemudian dari penentuan panjang gelombang pada antena akan dapat ditentukan panjang tiap komponen atau elemen antena dengan menggunakan rumus pada Tabel 1.

Tabel 1. Rumus Panjang Setiap Elemen Antena Yagi

$l_{dip} = 0.5 \times K \times \lambda$	$l_{dip}$ : panjang <i>dipole</i> / driven, $K = 0,96$
$l_{Ref} = 0.55 \times K \times \lambda$	$l_{Ref}$ : panjang Reflektor
$l_{Dir1} = l_{dip} - (5\% l_{dip})$	$l_{Dir}$ : panjang Director
$l_{Dir2} = l_{dir1} - (5\% l_{dir1})$	rumus ini digunakan hingga <i>director</i> selanjutnya

Sedangkan untuk rumus perhitungan jarak antar komponen serta penguatan (*gain*) tiap komponen terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rumus Jarak Antar Elemen Antena Yagi

$dipref = 0.225 \times \lambda$	$dipref$ : jarak antara <i>dipole</i> dan reflektor
$dipdir1 = 0.125 \times \lambda$	$dipdir1$ : jarak antara <i>dipole</i> dan director 1
$dir1dir2 = 0.175 \times \lambda$	$dir1dir2$ : jarak antara director 1 dan director 2
$dir2dir3 = 0.225 \times \lambda$	$dir2dir3$ : jarak antara director 2 dan director 3

Kaidah-kaidah dasar pembuatan antenna digunakan untuk menentukan penguatan (*gain*) antenna. Berikut kaidah yang digunakan [4]:

1. Setiap antenna *dipole*  $\frac{1}{2}\lambda$  mempunyai *gain* sebesar 2,1 dBi
2. Setiap antenna *dipole*  $\frac{1}{2}\lambda$  yang diberi elemen parasitik berupa elemen *director* dan *reflektor* akan ditambah *gain* sebesar 5 dB dari sebelumnya.
3. Saat sudah terpasang *director* 1 lalu dipasang *director* 2, 3, dan seterusnya, akan menunjukkan penurunan penambahan *gain*. Tambahan *director* 2 menambahkan *gain* sebesar 2 dB dari sebelumnya. Tambahan *director* 3 dan 4 menambahkan *gain* sebesar 1 dB dari sebelumnya. Tambahan *director* 5 dan seterusnya, penambahan *gain* tidak terlalu terlihat.
4. Jika dipakai elemen *reflektor* dan *director* bersama-sama pada sebuah antenna, *gain* dari *reflektor* yang semula sebesar 5 dB akan dihitung sebesar 3 dB saja.

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian rancang bangun antenna Yagi 433 MHz pada *automatic antenna tracker* untuk pesawat terbang tanpa awak dilakukan beberapa tahapan, seperti: perhitungan antenna secara manual, perhitungan menggunakan Yagi *calculator*, simulasi menggunakan *software*, dan implementasi.

#### A. Perhitungan Antena Secara Manual

Perhitungan yang dilakukan adalah menghitung panjang dan jarak setiap elemen antenna Yagi dengan menggunakan rumus  $\lambda = \frac{c}{f}$ , dimana  $c = 3 \times 10^8$  m/s,  $f$  = frekuensi kerja pada antenna,  $\lambda$  = panjang gelombang. Dari panjang gelombang tersebut, diperoleh panjang disetiap elemen antenna Yagi. Antena Yagi memiliki beberapa elemen, yaitu elemen *reflektor*, elemen *driven*, dan elemen *director*. Dimana  $k$  adalah

*velocity factor*, untuk tembaga menggunakan nilai 0,96 [5].

#### B. Perhitungan Menggunakan Yagi Calculator

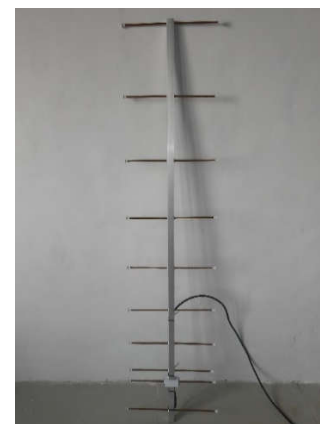
Untuk menggunakan *software* Yagi *Calculator* cukup memasukkan frekuensi kerja antenna Yagi yang akan dibuat, lalu memasukkan diameter elemen antenna, jumlah elemen, nilai *velocity factor*, bentuk elemen. Kemudian klik "calculate" untuk melihat hasilnya, kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan manual.

#### C. Simulasi Antena Yagi

*Software* ini dapat digunakan untuk mensimulasikan segala jenis antenna. Dari simulasi tersebut dapat ditampilkan hasil berupa pola radiasi (pancaran), *gain* (penguatan), *bandwidth*, *beamwidth*, *return loss*, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR).

#### D. Implementasi

Implementasi antenna Yagi 433 MHz pada *automatic antenna tracker* untuk pesawat terbang tanpa awak menggunakan bahan aluminium dan tembaga. Adapun ukuran dan tata letak *reflektor* serta *director* berdasarkan perhitungan manual dan simulasi (Gambar 2).



Gambar 2. Implementasi rancang bangun antenna Yagi 433 Mhz.

#### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data awal yang perlu didapatkan adalah data hasil perhitungan antenna Yagi, baik ukuran maupun penguatannya. Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan antenna secara manual.

Tabel 3. Hasil perhitungan manual antenna Yagi

Komponen	Panjang (cm)	Jarak (cm)	Total Gain (dBi)
Reflektor	36,6	15,6	2,1
Dipole	33,3	0,0	4,2
Director 1	31,6	8,7	6,3
Director 2	30,0	12,1	8,3
Director 3	28,5	15,6	9,3
Director 4	27,1	15,6	10,3
Director 5	25,7	15,6	11,3
Director 6	24,4	15,6	12,2
Director 7	23,2	15,6	13,0
Director 8	22,1	15,6	13,8
<b>Total Gain</b>			<b>13,8</b>

Kemudian data perhitungan *software* Yagi Calculator, dimana data ini digunakan sebagai referensi dari hasil perhitungan manual. Tabel 4 menunjukkan data hasil Yagi calculator.

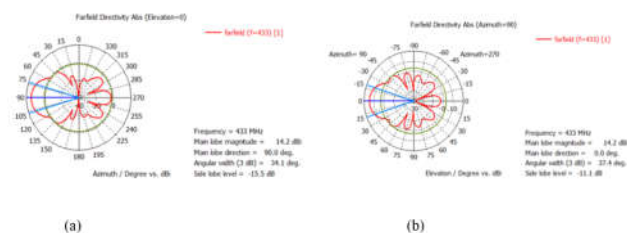
Tabel 4. Hasil Yagi calculator

Komponen	Panjang (cm)	Jarak (cm)	Total Gain (dBi)
Reflektor	35.6	13.8	2.1
Dipole	32.3	0	4.2
Director 1	31.5	5.2	6.3
Director 2	31.1	12.5	8.3
Director 3	30.8	14.9	9.7
Director 4	30.5	17.3	10.9
Director 5	30.2	19.4	11.8
Director 6	29.9	20.8	12.6
Director 7	29.7	21.8	13.2
Director 8	29,5	22.8	13.8
<b>Total gain</b>			<b>13.8</b>

Terlihat dari Tabel 3 dan 4 nilai yang diperoleh tidak jauh berbeda antara hasil perhitungan manual dan *software Yagi calculator*, dari data di atas yang dibandingkan adalah panjang elemen, jarak antar elemen, dan *gain*. Perhitungan dengan *software Yagi calculator* digunakan untuk

memastikan apakah nilai hasil perhitungan manual tersebut sudah benar.

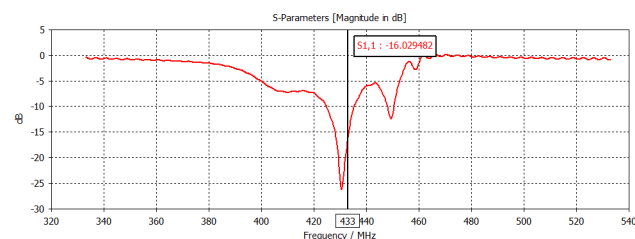
Selanjutnya dari data tersebut digunakan sebagai parameter simulasi antenna. Pada simulasi antenna beberapa data yang dihasilkan adalah pola pancaran antenna, *gain*, *bandwidth*, VSWR, dan *Return Loss*.



Gambar 3. a) Pola pancaran pada sumbu elevasi. b) Pola pancaran pada sumbu azimuth

Gambar 3a) dan 3b) menunjukkan pola radiasi dari antenna Yagi pada sumbu elevasi dan azimuth. Pada sumbu elevasi didapatkan *beamwidth* 34.1 deg dan *gain* 14.2 dB. Sedangkan pada sumbu azimuth didapatkan *beamwidth* 37.4 deg dan *gain* 14.2 dB. Terlihat bahwa terdapat sedikit perbedaan *gain* antara simulasi dan perhitungan sebesar 0.4.

Data selanjutnya yang perlu dilihat adalah *S-parameter* dan lebar *bandwidth*, dimana *S-parameter* ini berisi VSWR, dan *return loss*. Berikut data *S-parameter* dan lebar *Bandwidth*:

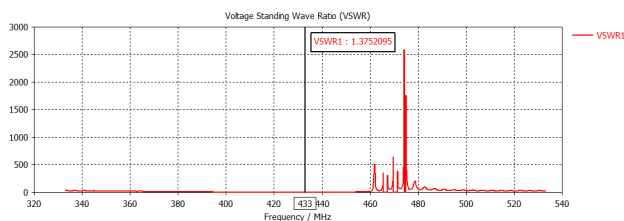


Gambar 4. Nilai *return loss* yang diperoleh dari simulasi

Nilai *return loss* yang diperoleh dari simulasi sebesar -16,02 dB, nilai ini sudah termasuk baik dalam mendesain sebuah antenna. Karena syarat dikatakan sebuah antenna dapat bekerja dengan baik adalah nilai *return loss*-nya lebih kecil dari -10 dB [6]. Kemudian nilai lebar *bandwidth* yang

diperoleh merupakan hasil perhitungan, yaitu 0.03%.

Nilai VSWR yang diperoleh dari hasil simulasi adalah sebesar  $1,3752035 \approx 1,38$  (gambar 5). Nilai tersebut sudah termasuk baik dalam pembuatan sebuah antenna, karena syarat nilai VSWR yang digunakan dalam pembuatan antenna adalah  $1 < \text{Nilai VSWR} < 2$ . Dalam proses mendapatkan nilai VSWR, gain, return loss yang baik serta nilai frekuensi yang sesuai, dibutuhkan penyesuaian ukuran panjang elemen antenna dan jarak antar elemen.



Gambar 5. Simulasi nilai VSWR

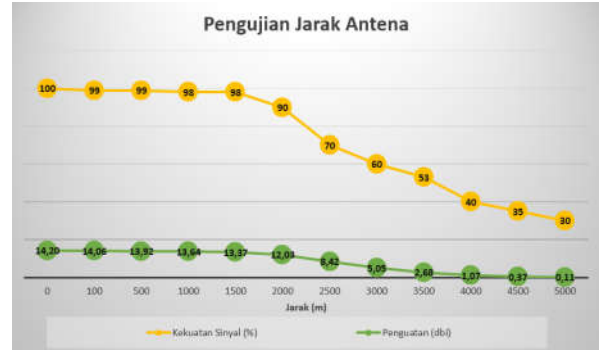
Setelah data simulasi antenna didapatkan dengan parameter nilai yang baik, antenna dibuat dengan menggunakan bahan aluminium dan pipa tembaga (Gambar 2). Kemudian antenna diuji dengan menggunakan UAV dan software mission planner (Gambar 6).



Gambar 6. Tampilan pengukuran jarak antenna Yagi

Dari pengujian jarak komunikasi antenna Yagi terlihat bahwa jarak maksimum komunikasi antenna adalah 5032,10 m  $\approx 5$  km dengan kekuatan sinyal 30% dan penguatan 0,11 dBi (Gambar 7). Jarak tersebut dapat dipertanggungjawabkan, karena jarak tersebut sudah diukur dengan

menggunakan koordinat GPS pada titik-titik tersebut.



Gambar 7. Grafik pengujian jarak antenna Yagi terhadap kekuatan sinyal dan penguatan

## V. KESIMPULAN

Rancang bangun antenna Yagi 433 Mhz pada automatic antenna tracker pesawat terbang tanpa awak telah dilakukan dan memenuhi persyaratan yang diinginkan pada aplikasi antenna. Dari hasil simulasi dan pengujian didapat penguatan antenna sebesar 14,2 dBi dengan jarak jangkauan komunikasi mencapai  $\pm 5$  km.

## ACKNOWLEDGMENT

Riset ini didukung secara finansial oleh Institut Teknologi Sumatera dengan dana hibah penelitian mandiri ITERA 2018.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deden. N. R, Arsyad. R. D, Lita. Lidyawati, "Impelementasi Antena Yagi 5 Elemen Sebagai Penerima Siaran Televisi di Bandung Kota".(2016).JETT.
- [2] Soleh, Muhammad. 2012. Perancangan Antena Yagi Uda Pada Frekuensi 600 MHz, Semarang : Teknik Elektro Undip.
- [3] Ridwan Lesmana, "ANTENA YAGI untuk 2 m Band," pp. 1–8, 1925.
- [4] E. S. dan R. Widiyanto, "Perancangan Antena Mikrostrip Yagi pada Frekuensi Kerja 1,9-2,1 GHz," pp. 151–157, 2017.
- [5] Fauzi.D.L.N, dan T Hariyadi, "Design of a Directional Microstrip Antenna at UHF-Band

- for Passive Radar Application”, (2017), ISMEE, Universitas Pendidikan Indonesia.
- [6] S.I.Andi, Maria Ulfah, Hadiyanto, “Pengaruh Beamwidth, *Gain* dan Pola Radiasi Performansi Antena Penerima”, 2018, Politeknik Negeri Balikpapan.