

# DESAIN ANTENA MIKROSTRIP UNTUK ALTERNATIF ANTENA SIDEBAND DVOR (DOPPLER VHF OMNIDIRECTIONAL RANGE)

Totok Warsito<sup>1</sup>, Yuyun Suprpto<sup>1</sup>, Margono<sup>1</sup>, Romma Diana Puspita<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politeknik Penerbangan Surabaya

Email: [twarsito@yahoo.com](mailto:twarsito@yahoo.com)

## ABSTRAK

Antena merupakan salah satu perangkat penting yang ada pada sistem navigasi Doppler VOR (DVOR). Saat ini pengembangan antena dengan biaya produksi rendah menjadi salah satu alternatif tujuan para peneliti. Salah satu teknologi yang banyak digunakan sebagai solusinya adalah antena berbasis mikrostrip. Sebab antena berbasis mikrostrip menawarkan biaya produksi yang sangat rendah dibandingkan dengan jenis antena lain. Antena yang dipakai pada sistem DVOR saat ini adalah antena Alford Loop. Pada penelitian ini dilakukan perancangan antena mikrostrip *rectangular* dengan pencatutan *coaxial* sebagai alternatif antena DVOR yang bekerja pada frekuensi VHF (frekuensi 108-118 MHz), sehingga hal ini memungkinkan biaya produksi yang lebih murah dibandingkan antenna Alford Loop pada umumnya. Perancangan dan simulasi antena dilakukan menggunakan software *CST Microwave Studio* menggunakan material FR-4 dengan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r = 4.3$ ). Hasil perancangan dan simulasi antena menunjukkan return loss (S11) sebesar -16.1 dB dan gain sebesar 4 dB pada frekuensi 113 MHz. Dari hasil simulasi juga dapat diketahui bahwa memiliki polarisasi linier horizontal dan polaradiasi yang bersifat omni-directional.

**Kata Kunci:** Antena Mikrostrip, Doppler VOR, Alford Loop, Return Loss, Gain

## I. PENDAHULUAN

DVOR yaitu alat bantu navigasi udara yang berfungsi mengirimkan informasi berupa sudut azimuth dan bearing kepada pesawat agar mengara dengan tepat di jalur lintasan bandar udara. Perangkat ini bekerja pada band frekuensi Very High Frequency (VHF), namun secara spesifik frekuensi kerjanya berada pada 108.0 – 117.95 MHz. Perangkat ini memiliki antena berjumlah 49 buah, 1 antena ditengah bekerja sebagai antena carrier, sedangkan 48 antena diletakkan mengelilingi antena carrier berfungsi sebagai antena sideband. Antena sideband digunakan untuk memancarkan sinyal lower sideband (LSB) dan upper sideband (USB) dengan frekuensi masing-masing sebesar -9960 Hz dan +9960 Hz dari frekuensi carriernya. Antena yang digunakan adalah jenis Alford Loop.

Antena Alford Loop tersusun atas 4 elemen dengan panjang masing masing setengah panjang gelombang. Keempat elemen tersebut disusun terlipat sehingga menghasilkan bentuk persegi. Antena ini memiliki polarisasi linier horizontal dan polaradiasi omni direksional [1-2].

Maka dari itu pada penelitian ini akan dilakukan perancangan antena alternatif pada aplikasi DVOR dengan frekuensi kerja 113 MHz menggunakan antena mikrostrip rectangular. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah dan murah untuk difabrikasi sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan [3].

Proses perancangan diawali dengan menentukan spesifikasi antena, kemudian merancang antena mikrostrip berdasarkan perhitungan teori. Kemudian desain tersebut disimulasikan menggunakan *software CST Microwaves Studio 2017* untuk mendapatkan karakteristik *return-loss*, *Voltage Standing Waves Ratio (VSWR)*, dan polaradiasi. Setelah hasil simulasi menunjukkan kinerja yang diinginkan, maka dilanjutkan proses fabrikasi antena dan lalu dilakukan pengukuran parameter antena. Kemudian data hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan data hasil simulasi.

## II. ANTENA MIKROSTRIP

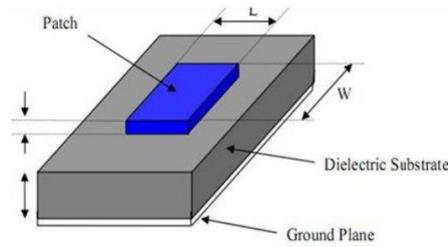
Antena mikrostrip didefinisikan sebagai antena berbentuk kepingan yang berukuran kecil. Antena mikrostrip memiliki kelebihan antara lain:

1. Mempunyai ukuran yang ringkas dan kecil.
2. Kemudahan fabrikasi, dan biaya yang rendah dalam pabrikan.
3. Bisa dilakukan perancangan dua polarisasi dan *multiband* frekuensi.
4. Mudah untuk di integrasikan dengan rangkaian gelombang mikro.

Namun antena mikrostrip juga memiliki beberapa kelemahan antara lain:

1. *Bandwidth* sempit
2. *Gain* rendah
3. Rugi-rugi hambatan yang besar pada pencatuan antena *array*
4. Daya yang dapat diradiasikan (*power handling*) rendah [3].

Antena mikrostrip terdiri dari 3 bagian yaitu *patch*, *ground plane*, dan *substrate*. *Patch* terletak diatas *substrate*, dan *ground plane* terletak dipaling bawah. Struktur antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Struktur antenna mikrostrip. [4]

### A. Antena Mikrostrip Rectangular

Bentuk dari patch antenna mikrostrip sangat beragam. Patch ini dapat berbentuk persegi, persegi panjang, dipole, lingkaran, segitiga, elips dan lain sebagainya [4]. Akan tetapi patch yang berbentuk segiempat dan lingkaran merupakan bentuk patch yang paling populer karena kemudahan dalam analisis, proses fabrikasi yang sederhana dan karakteristik radiasi yang atraktif. Patch segiempat sejauh ini merupakan konfigurasi mikrostrip yang paling banyak digunakan. Patch segiempat lebih mudah dibuat karena bentuknya yang lebih sederhana [5]. Hanya dengan menyisakan metal yang berbentuk segiempat pada proses etching antenna ini dapat dibuat.

Untuk merancang sebuah antenna mikrostrip patch segi empat, terlebih dahulu harus diketahui parameter bahan yang digunakan yaitu ketebalan dielektrik ( $h$ ), konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ), dan dielektrik loss tangent ( $\tan \delta$ ). Dari nilai tersebut diperoleh dimensi antenna mikrostrip ( $W_p$  dan  $L_p$ ). Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antenna mikrostrip dapat menggunakan Persamaan (1) [3] dan [6]:

$$W_p = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (1)$$

Dimana :

$W_p$ : lebar patch

$\epsilon_r$ : konstanta dielektrik

$c$ : kecepatan cahaya di ruang bebas ( $3 \times 10^8$ )

$f_0$ : frekuensi kerja antenna

Sedangkan untuk menentukan panjang patch ( $L_p$ ) diperlukan parameter  $\Delta L_p$  yang merupakan pertambahan panjang dari  $L_p$  akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari  $L_p$  ( $\Delta L_p$ ) tersebut dapat dicari menggunakan Persamaan (2) [3] dan [6].

$$\frac{\Delta L_p}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left[ \frac{W_p}{h} + 0.264 \right]}{(\epsilon_{eff} + 0.258) \left[ \frac{W_p}{h} + 0.813 \right]} \quad (2)$$

Dimana  $h$  merupakan tinggi substrate atau tebal substrate, dan  $\epsilon_{eff}$  adalah konstanta permitivitas efektif yang dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (3):

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + 12 \frac{h}{W_p} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Panjang patch ( $L_p$ ) dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (4):

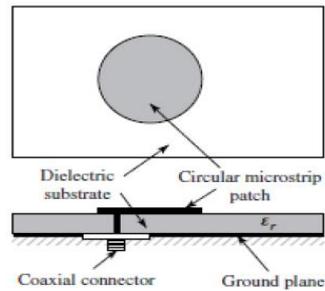
$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L_p \quad (4)$$

Dengan  $L_{eff}$  merupakan panjang patch efektif yang dapat dihitung menggunakan Persamaan (5):

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (5)$$

## B. Pencatuan Coaxial

Pada Pencatuan ini antenna mikrostrip dicatu dari bawah dengan cara melubangi *ground plane* dan *substrate*, kemudian dipasang *connector coaxial* yang terhubung dengan *patch*. Sehingga pencatuan daya terjadi dari kabel *coaxial* langsung ke *patch*. Pencatuan *coaxial probe* mempunyai keunggulan kemudahannya untuk *matching impedansi*, karena dengan mengatur titik yang dijadikan lubang maka impedansi *input* dari antenna dapat diubah. Pencatuan *coaxial probe* dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2 Antena Mikrostrip dengan Pencatuan *Coaxial Probe* [1]

Titik atau koordinat pencatuan antena juga sangat mempengaruhi kinerja dari antena, oleh karena itu koordinat pencatuan antena dapat dihitung menggunakan Persamaan (6) dan (7) [3] dan [6].

$$L_f = \frac{L_p}{2\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (6)$$

$$W_f = \frac{W_p}{2} \quad (7)$$

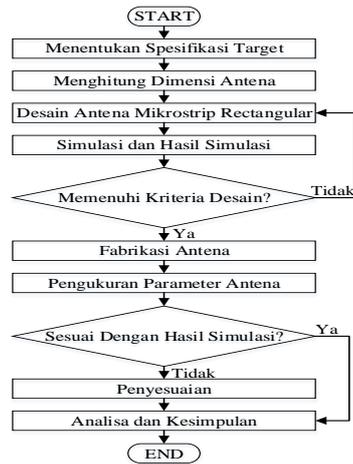
Keterangan:

$L_s$  : koordinat pencatuan sisi panjang

$W_s$  : koordinat pencatuan sisi lebar

### III. PERANCANGAN ANTENA

Proses perancangan antena yang akan diteliti pada makalah ini dapat digambarkan pada diagram alir berikut:



Gambar 3 Diagram alir perancangan antenna mikrostrip rectangular

### A. Spesifikasi Antena

Perancangan antenna mikrostrip *Rectangular* diharapkan memiliki parameter-parameter utama seperti yang terdapat dalam Tabel 1. Spesifikasi ini ditetapkan lebih dahulu sebelum disimulasikan dengan menggunakan *CST Microwave Studio 2017*.

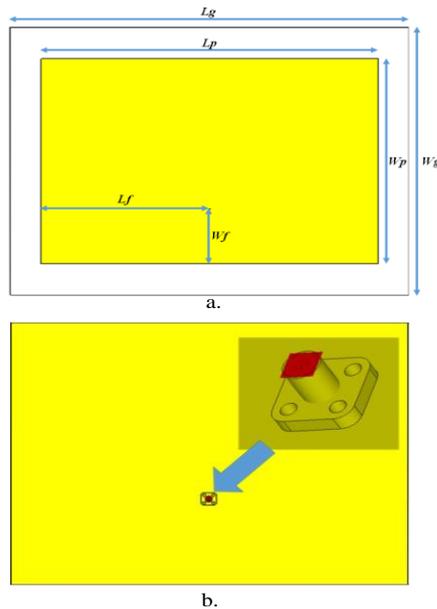
Tabel 1 Spesifikasi antenna mikrostrip untuk aplikasi DVOR

Spesifikasi Antena	Keterangan
Frekuensi kerja	113 MHz
Bandwidth	1 MHz
Polarisasi	Linier
S11	< -10 dB
VSWR	< 2
Polaradiasi	Direksional
Gain	> 0 dB

Langkah selanjutnya adalah menentukan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan antenna. Bahan yang dipilih untuk membuat antenna mikrostrip tersebut adalah *FR4 Epoxy*, dengan  $\epsilon_r = 4.3$  karena selain bahannya mudah didapatkan, harganya pun juga relatif murah.

### B. Perancangan Antena Mikrostrip Rectangular

Panjang Ground Plane ( $L_g$ )	100 cm
Lebar Patch ( $W_p$ )	61.2 cm
Panjang Patch ( $L_p$ )	84.6 cm
Posisi feeding ( $W_f$ )	14.3 cm
Posisi feeding ( $L_f$ )	42.3 cm

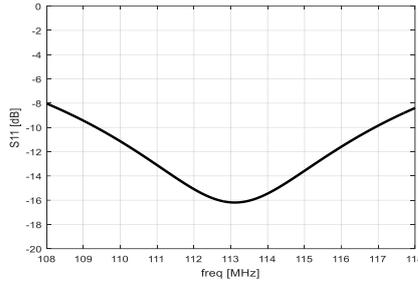


Gambar 4 Layout antenna. a.) Tampak depan. b.) Tampak belakang

#### IV. HASIL DAN ANALISA

##### A. S-Parameter

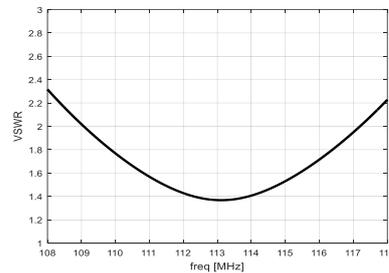
Hasil simulasi dan pengukuran S11 mikrostrip antenna mikrostrip dengan pencatutan coaxial yang bekerja pada frekuensi 113 MHz dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai return loss (S11) pada frekuensi 113 MHz adalah sebesar -16.1 dB. Nilai ini sudah sesuai spesifikasi dimana antenna dikatakan bekerja dengan baik ketika nilai S11 dibawah -10 dB. Maka dari itu, untuk menentukan bandwidth kerjanya dilihat frekuensi berapa saja yang memiliki nilai S11 dibawah -10 dB. Dari gambar 5 didapatkan bandwidth sebesar 7.5 MHz (109.5 – 117.5 MHz) atau setara 6.5%. Nilai bandwidth ini sudah melebihi spesifikasi yang dibutuhkan, yaitu hanya 1 MHz.



Gambar 5 Hasil simulasi dan pengukuran nilai S11

## B. VSWR

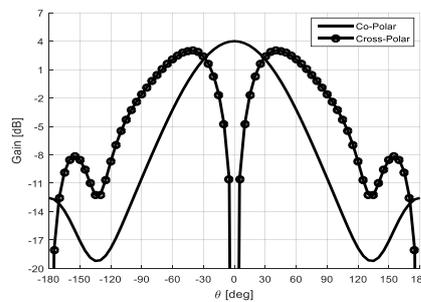
Hasil simulasi dan pengukuran VSWR dapat dilihat pada Gambar 6. Dapat diketahui bahwa pada frekuensi kerja 113 MHz nilai VSWR yang didapatkan adalah sekitar 1.38. Nilai ini sudah memenuhi spesifikasi VSWR antenna yang diinginkan yaitu maksimal bernilai 2.



Gambar 6 Hasil simulasi dan pengukuran VSWR

## C. Hasil Polaradiasi

Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi polaradiasi *co-* dan *cross-polar* antenna pada frekuensi kerja 113 MHz. Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa pada sudut  $0^\circ$  polaradiasi *co-polar* jauh lebih baik daripada polaradiasi *cross-polar*, ini menandakan bahwa antenna memiliki jenis polarisasi linier. Selain itu dapat dilihat bahwa Gain antenna pada sudut  $0^\circ$  adalah sebesar 4 dB.



Gambar 7 Hasil simulasi polaradiasi

## **V. KESIMPULAN**

Dari perancangan antenna mikrostrip rectangular dengan pencatuan coaxial didapatkan hasil parameter yang sangat baik pada frekuensi 113 MHz, antara lain  $S_{11} = -16.1$  dB, Bandwidth = 7.5 MHz, VSWR = 1.38, dan Gain = 4 dB. Selain itu, polarisasi antenanya adalah linier. Hasil tersebut sudah sangat memenuhi spesifikasi yang ditentukan untuk aplikasi DVOR. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip tersebut dapat digunakan sebagai alternatif antenna pada aplikasi DVOR.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Balanis, C. A., "Antenna Theory: Analysis and Design", 3rd Edition, Wiley-Interscience, Hoboken, NJ, 2005.

Alford, A. and A. G. Kandoian, "Ultra-high frequency loop antenna,"Trans. AIEE, Vol. 59, 843–848, 1940.

Garg, Ramesh, "Microstrip Design Handbook", Norwood: Artech House. Inc,2001. Hal 253 – 270

Hermansyah, M Rudy. 2010. "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Untuk Aplikasi Wireless". Medan: Universitas Sumatera Utara.

Rambe, Ali Hanafiah. 2008. "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Plannar Array 4 Elemen Dengan Pencatuan Aperture-Coupled Untuk aplikasi.