

## PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP PLANAR MONOPOLE DENGAN PENCATUAN COPLANAR WAVEGUIDE UNTUK ANTENA ESM

Adhie Surya Ruswanditya<sup>1)</sup>, Heroe Wijanto<sup>2)</sup>, Yuyu Wahyu<sup>3)</sup>

<sup>1),2)</sup>Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi No.1, Sukapura, Bandung

<sup>3)</sup>Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, LIPI

Jl. Cisit 21/154D, Dago, Bandung

email : [adhiesr@gmail.com](mailto:adhiesr@gmail.com)

**Abstrak.** Antena mikrostrip seringkali diartikan sebagai antena yang dibuat dengan cara dicetak pada printed board circuit (PCB), antena mikrostrip kebanyakan digunakan pada frekuensi gelombang mikro. Penelitian ini memperkenalkan sebuah antena mikrostrip planar monopole dengan bentuk patch rectangular dengan feedline coplanar waveguide (CPW) yang bekerja pada frekuensi Ultra Wideband (UWB) 2-18 GHz yang direncanakan sebagai antena Electronic Support Measures (ESM). Agar tercapai Ultra Wideband metode yang digunakan adalah membuat stepped-gradient-structure patch dan feedline berupa coplanar waveguide yang terdiri dari stripline di antara 2 ground sebagai coupler sehingga daya yang berkurang dan tercapainya Ultra Wide Band, di bagian belakang antena menggunakan partial ground plane. Patch dan ground plane menggunakan tembaga dengan ketebalan 35  $\mu\text{m}$  dan substrat berbahan FR4 dengan ketebalan 1.7 mm. Hasil pengukuran bandwidth jika ditinjau dengan parameter  $VSWR \leq 2$  rentang frekuensi adalah 1.67-20.60 GHz. Dengan rentang frekuensi tersebut, antena ini kandidat yang baik pada sistem ESM.

**Kata kunci:** Antena Mikrostrip, Ultra Wideband, Planar Monopole, Coplanar Waveguide

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki beberapa pulau. Maka dari itu, peningkatan suatu pertahanan negara dalam segi pertahanan militer maupun pertahanan sistem diperlukan. Salah satu cara yang dapat meningkatkan kemampuan sistem pertahanan tersebut adalah menggunakan sebuah teknologi baru yaitu sistem ESM yang dapat melakukan identifikasi terhadap musuh menggunakan sinyal RF<sup>[1]</sup>. Masalah utama dalam penelitian ini adalah menentukan dimensi antena agar bekerja pada rentang frekuensi 2-18 GHz dan melakukan penyepadanan impedansi antena menggunakan CPW untuk aplikasi ESM. Tujuan perancangan antena mikrostrip dengan *patch planar monopole* yang bekerja pada sistem ESM pada rentang frekuensi 2-18 GHz.

*Electronic Support Measures* merupakan keterlibatan tindakan militer pada penggunaan energi gelombang elektromagnetik untuk menentukan, menggali, mereduksi atau mencegah musuh dengan menggunakan spektrum gelombang elektromagnetik<sup>[1]</sup>. ESM melindungi kawan dari gangguan (*jamming*) spektrum gelombang elektromagnetik. Antena pada ESM bertindak sebagai pendeteksi radar musuh (*Radar Detector*). Antena pada ESM mendeteksi radar yang ditransmisikan musuh dengan mengetahui parameter frekuensi dan daya. *Ultra Wideband* biasa disingkat UWB merupakan teknologi komunikasi yang menggunakan lebar pita lebih lebar 20% dari frekuensi tengah atau lebih lebar dari 500 MHz.

Antena merupakan perangkat yang mengubah gelombang yang terbimbing pada saluran transmisi menjadi gelombang ruang bebas dalam bentuk elektromagnetik atau sebaliknya<sup>[2]</sup>. Antena mikrostrip merupakan antena digunakan pada perangkat tertentu dengan ukurannya kecil, tipis, ringan dan produksinya cukup mudah<sup>[2]</sup>. Susunan antena mikrostrip terdiri dari 3 bagian yakni *patch*, substrat, dan *ground plane*. Parameter antena merupakan faktor yang penting untuk menentukan kinerja dari antena. Setelah menentukan aplikasi antena yang digunakan, selanjutnya menentukan parameter antena agar performa antena sesuai yang diharapkan. Penentuan parameter-parameter antena dilakukan agar mencapai target *matching impedance*, yakni kondisi dimana impedansi sumber ( $Z_o$ ) dan impedansi

beban( $Z_L$ ) memiliki nilai relatif sama sehingga terjadinya transfer daya maksimum. Berikut beberapa parameter antenna :

1. Impedansi antenna adalah timbulnya nilai tahanan yang disebabkan oleh antenna dicatu arus listrik. Nilai tahanan pada suatu antenna merupakan faktor penting pada performa kinerja sebuah antenna. Ketidaksamaan impedansi akan memengaruhi transfer daya yang dipancarkan pada suatu antenna.
2. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) merupakan perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat adanya pantulan gelombang.
3. *Bandwidth* adalah parameter dasar pada antenna yang mempresentasikan rentang kerja frekuensi dimana antenna bekerja dengan baik pada rentang frekuensi tersebut.
4. Pola radiasi (*radiation pattern*) suatu antenna adalah pernyataan grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antenna pada medan jauh sebagai fungsi arah

*Coplanar waveguide* atau disingkat menjadi CPW merupakan bagian dari *transmission line* sebagai pencatu antenna mikrostrip yang dapat mengalirkan arus listrik [3]. CPW terdiri dari satu konduktor sebagai media arus listrik mengalir ke patch yang dicetak pada bahan dielektrik dan diikuti dengan dua buah konduktor sebagai ground yang memiliki jarak Skematik CPW seperti ditunjukan pada gambar 1. Impedansi CPW dihitung dengan persamaan-persamaan berikut:

$$k = \frac{a}{b}. \quad (1)$$

Variabel  $a$  merupakan lebar *transmission line*, dan variabel  $b$  merupakan lebar *transmission line* ditambah *gap* kedua sisi *transmission line*. Ada perhitungan  $k$  yakni *filling factor* untuk mengukur presentasi medan listrik yang melewati bahan substrat dengan meninjau nilai  $a$  dan  $b$ . Setelah menemukan nilai  $k$  kemudian cari  $k'$ ,  $kl$ , dan  $kl'$  dengan rumus:

$$k' = \sqrt{1 - k^2}, \quad (2)$$

$$kl = \frac{\tanh(\frac{\pi a}{4h})}{\tanh(\frac{\pi b}{4h})}, \quad (3)$$

$$kl' = \sqrt{1 - kl^2}, \quad (4)$$

Setelah dihitung paratmeter-parameter diatas, didapat nilai dari  $\epsilon_{eff}$  dan  $Z_o$  dengan persamaan sebagai berikut:

$$\epsilon_{eff} = \frac{1 + \epsilon_r \frac{K(k') K(kl)}{K(k) K(kl')}}{1 + \frac{K(k') K(kl)}{K(k) K(kl')}}, \quad (5)$$

$$Z_o = \frac{60\pi}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \frac{1}{\frac{K(k) K(kl)}{K(k') K(kl')}}. \quad (6)$$

Panjang CPW dapat dihitung menggunakan menggunakan persamaan sebagai berikut:

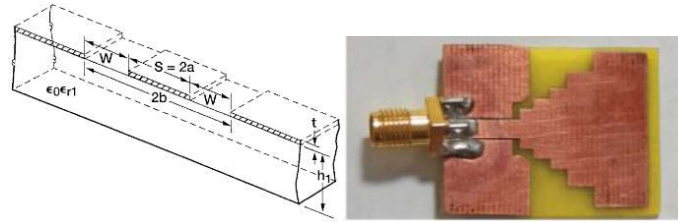
$$L_f = 0.573\lambda_g. \quad (7)$$

Antena *monopole patch* meradiasikan gelombang linear pada bidang antenna ke ruang bebas. Bentuk monopole planar patch didasari dengan bentuk *rectangular* yang memiliki lebar dan panjang untuk resonansi frekuensi masing-masing sehingga terbentuknya UWB. Bentuk *patch rectangular stepped-gradient-structure* seperti gambar 1. Ukuran panjang dan lebar patch untuk masing-masing frekuensi resonansi mengecil secara gradien bergantung pada frekuensi resonansi atau ukuran patch [4]. Lebar, *effective dielectric constant*, dan panjang *patch rectangular* dihitung dengan persamaan-persamaan berikut:

$$W = \frac{c}{2fo\sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}}}, \quad (8)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1+12\left(\frac{h}{W}\right)}} \right), \quad (9)$$

$$L = \frac{c}{2fo\sqrt{\epsilon_{eff}}} - 0.824h \left( \frac{(\epsilon_{eff}+0.3)\left(\frac{W}{h}+0.264\right)}{(\epsilon_{eff}-0.258)\left(\frac{W}{h}+0.8\right)} \right). \quad (10)$$



Gambar 1. Skematik *Coplanar Waveguide* [3] (kiri) dan Antena *Planar Monopole Patch* (kanan) [4]

## 2. Pembahasan

### a. Penentuan Spesifikasi Antena

Penentuan spesifikasi antena dilakukan sebelum merancang antena. Pada perancangan ini, antena yang diinginkan harus memiliki spesifikasi sebagai berikut:

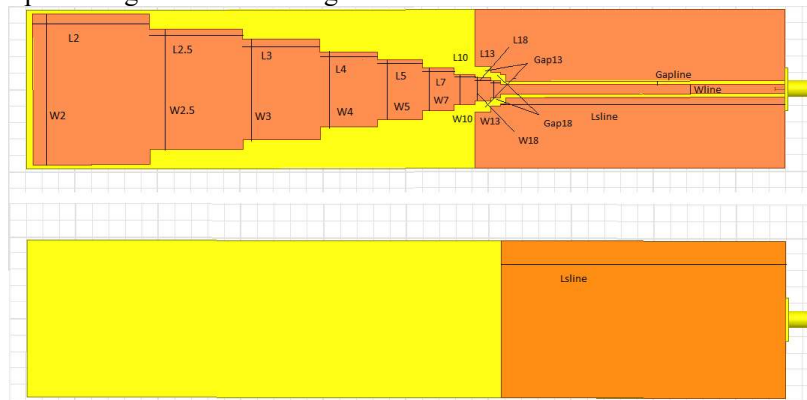
1. Frekuensi kerja : 2-18 GHz
2. Bandwidth efektif : 16 GHz
3. VSWR :  $\leq 2$
4. Impedansi :  $50 \Omega$
5. Pola Radiasi : *omnidirectional*

### b. Bahan Antena

Bahan yang digunakan dalam perancangan antena ini yakni *patch* berbahan tembaga dengan ketebalan  $35 \mu\text{m}$ , substrat berbahan FR4 yang memiliki permitivitas relatif ( $\epsilon_r$ : 4.4) dengan ketebalan 1.7 mm, dan *groundplane* berbahan tembaga. Antena ini menggunakan *partial groundplane*.

### c. Perancangan Antena

Perancangan antena ini dengan menggunakan Ansoft HFSS 15.0 sebagai *simulator*, hal terpenting adalah mencari ukuran yang tepat agar antena yang dirancang memiliki spesifikasi yang diinginkan terutama untuk memenuhi spesifikasi bandwidth yang memiliki rentang frekuensi 2-18 GHz dengan  $\text{VSWR} \leq 2$ . Bentuk perancangan antena sesuai gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Antena Tampak Depan *Patch Planar Monopole* dengan *Coplanar Waveguide* (atas) dan Tampak Belakang *partial ground plane* (kiri)

Dimensi CPW antena dihitung dengan persamaan-persamaan (1), (2), (3), (4), (5), (6), dan (7). Hasil perhitungan dimensi CPW antena sesuai tabel 1. Dimensi *patch* antena dihitung dengan persamaan-persamaan (8), (9), dan (10) sesuai masing-masing frekuensi resonansi *patch* antena. Jarak antara *patch monopole* dan ground sebesar  $\lambda_{fr}/10$ . Hasil perhitungan dimensi *patch* antena sesuai tabel 2.

Tabel 1. Parameter Dimensi *Coplanar Waveguide*

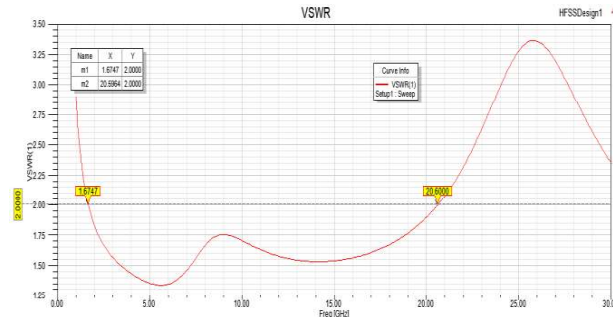
| Wline (mm) | Lsline (mm) | Gapline (mm) |
|------------|-------------|--------------|
| 2.8        | 86          | 1.1          |

Tabel 2. Parameter Dimensi *Patch Planar Monopole*

| W2 (mm)   | 45.61 | L2 (mm)   | 35.38 |
|-----------|-------|-----------|-------|
| W2.5 (mm) | 36.49 | L2.5 (mm) | 28.18 |

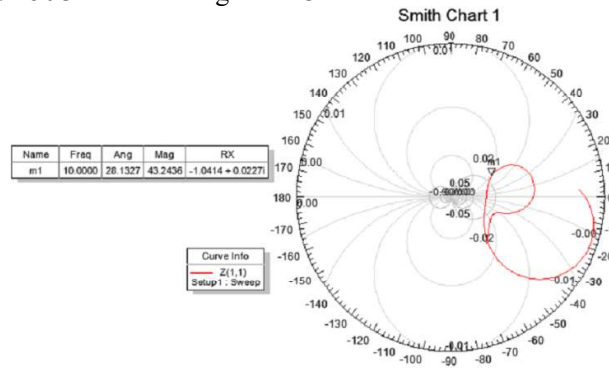
|            |       |            |       |
|------------|-------|------------|-------|
| W3 (mm)    | 30.41 | L3 (mm)    | 23.37 |
| W4 (mm)    | 22.81 | L4 (mm)    | 17.34 |
| W5 (mm)    | 18.24 | L5 (mm)    | 13.7  |
| W7 (mm)    | 13.03 | L7 (mm)    | 9.52  |
| W10 (mm)   | 9.12  | L10 (mm)   | 6.36  |
| W13 (mm)   | 7.02  | L13 (mm)   | 4.65  |
| W18 (mm)   | 5.06  | L18 (mm)   | 3.06  |
| Gap13 (mm) | 1.67  | Gap13 (mm) | 2.3   |

d. Hasil pengukuran



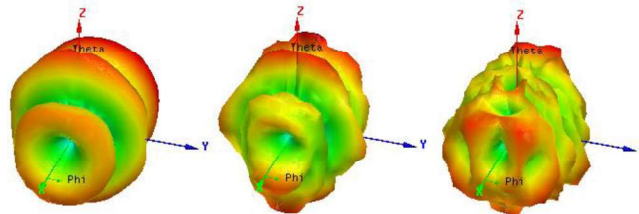
Gambar 3. Grafik VSWR

Hasil simulasi antenna *planar monopole* parameter  $VSWR \leq 2$  pada frekuensi antara 1.67 – 20.60 GHz dan memiliki *bandwidth* 18.93 GHz sesuai gambar 3.

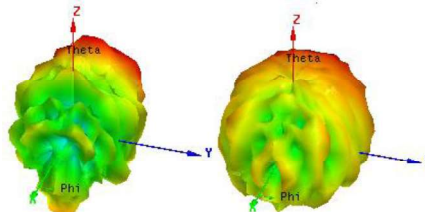


Gambar 4. Impedansi dalam plot *smith chart*

Hasil simulasi antenna *planar monopole* pada frekuensi 10 GHz memiliki nilai impedansi  $-1.0414 + j 0.0227 \Omega$  sesuai gambar 4 dengan normalisasi sebesar  $50 \Omega$  yakni menjadi  $-52.07 + j 1.135 \Omega$ .



Gambar 5. Pola Radiasi 3 GHz (kiri), 5 GHz (tengah), dan 8 GHz (kanan)



Gambar 6. Pola Radiasi 10 GHz (kiri), dan 14 GHz (Kanan)

Hasil simulasi antenna *planar monopole* pola radiasi pada frekuensi 3 GHz, 5 GHz, 8 GHz, 10 GHz, dan 14 GHz memiliki bentuk *omnidirectional* sesuai gambar 5 dan 6.

### 3. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Perancangan antenna dengan *patch planar monopole* dengan pencatuan *coplanar waveguide* bekerja pada 1.67-20.6 GHz dengan meninjau parameter  $VSWR \leq 2$ .
2. Rentang frekuensi kerja dari frekuensi antenna ini senilai 18.93 GHz.
3. Perhitungan *coplanar waveguide* memiliki nilai impedansi yang mendekati  $-52.07 + j 1.135 \Omega$ .
4. Pola radiasi yang dihasilkan berbentuk *omnidirectional* untuk beberapa frekuensi 3 GHz, 5 GHz, 8 GHz, 10 GHz, dan 14 GHz.

### Daftar Pustaka

- [1]. M. Wahab, "Penelitian dan Pengembangan *RF Head* dan *Baseband Processing Electronic Support Measures*," LIPI, BAndung, 2012.
- [2]. C. A. Balanis, *Antenna Theory*, New Jersey: A John Wiley & Sons, INC, 2008.
- [3]. B. Wadell, *Transmission Line Design Handbook*, Norwood: Artech House, 1991.
- [4]. Bo Gao, Ge Wu, Jia Yu Hou, and Xiao Tian, "*Planar Antenna Aids UWB Communication*," *microwave&rf*, vol. I, no. 9, pp. 1-9, 2013.