

# Fabrikasi dan Karakterisasi Antena Mikrostrip Loop Co-Planar Waveguide dua Lapis Substrat untuk Komunikasi C-Band dan Ku-Band

Erni Maryati Rahayu,\* Yono Hadi Pramono, dan Ali Yunus Rohedi  
Jurusan Fisika-FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 61111

## Intisari

Antena Mikrostrip Loop Co-Planar Waveguide dua lapis substrat untuk aplikasi komunikasi C-Band dan Ku-Band telah difabrikasi dan karakterisasi. Parameter-parameter fisis yang dikarakterisasi meliputi VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*), *return loss*, dan impedansi. Substrat yang digunakan untuk fabrikasi antena pada penelitian ini adalah FR4 dengan permitivitas relatif 4,47. Penentuan dimensi antena dilakukan menggunakan fasilitas *Tool Box* perancangan Antena yang tersedia di Laboratorium Opto-Elektronika Jurusan Fisika FMIPA-ITS. Ukuran antena yang difabrikasi adalah 42 mm × 49 mm × 3 mm, dengan feed line 5 mm × 13 mm, CPW 3 mm × 13 mm, loop 11 mm × 19 mm, *patch* 7 mm × 12 mm, dan slot 20 mm × lebar 7 mm. Hasil karakterisasi *Network Analyzer* tipe HP 8753ES pada frekuensi kerja 3,698 GHz adalah *return loss* -34,021 dB, VSWR 1,041, dan impedansi 52,031 Ω, sedangkan untuk pada frekuensi kerja 5,585 GHz adalah *return loss* -24,893 dB, VSWR 1,121, dan impedansi 56,037 Ω. Nilai VSWR yang mendekati 1 pada kedua frekuensi kerja tersebut menunjukkan bahwa daya masukan ditransmisikan hampir keseluruhan ke udara dengan porsi kecil yang direfleksikan balik ke dalam osilator/generator pulsa. Sedangkan *return loss* yang dihasilkan antena <-15 dB berada pada rentang nilai yang dapat diterima untuk aplikasi komunikasi C-Band dan Ku-Band, hal ini didukung dengan nilai impedansinya yang mendekati impedansi karakteristik ideal 50 Ω.

KATA KUNCI: antena mikrostrip, CPW, frekuensi kerja C-Band dan Ku-Band.

## I. PENDAHULUAN

Antena mikrostrip merupakan antena yang terbuat dari lapisan logam yang dipisahkan oleh bahan dielektrik. Keunggulan antena mikrostrip terutama kompatibel dengan desain MMIC (*Monolithic Microwave Integrated Circuits*). Kekompakan dan ketahanannya terhadap lingkungan yang ekstrim (*ruggedness*) meluaskan pemanfaatannya pada *aerospace* dan komunikasi satelit. Antena mikrostrip terdiri dari lapisan strip logam tipis sebagai elemen peradiasi yang ditempelkan pada salah satu sisi suatu substrat dielektrik yang memiliki permitivitas relatif  $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$ , sedangkan sisi lawannya berupa lembaran logam konduktor tipis yang lebar sebagai *ground plane* [1].

## II. TEORI

Antena merupakan komponen penting dalam sistem komunikasi yang berfungsi untuk meradiasikan atau menerima gelombang elektromagnetik. Selain sebagai alat untuk mengirim atau menerima energi radiasi elektromagnetik, antena juga digunakan untuk mengoptimalkan energi radiasi pada arah tertentu dan menekannya pada arah yang lain. Sistem

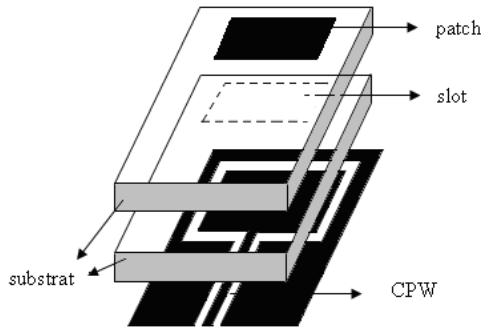
TABEL I: Pengelompokan pita frekuensi

Band	I.E.E.E Microwave Band Frequency Range, GHz
HF	0.003 - 0.030
VHF	0.030 - 0.300
UHF	0.300 - 1.00
L	1.00 - 2.00
S	2.00 - 4.00
C	4.00 - 8.00
X	8.00 - 12.00
K <sub>u</sub>	12.00 - 18.00
K	18.00 - 27.00
K <sub>a</sub>	27.00 - 40.0
Millimeter	40.0 - 300.00
Submillimeter	greater than 300.00

komunikasi yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik (*microwave*) adalah komunikasi nirkabel (*wireless*). Setiap struktur desain dari antena mikrostrip memiliki kemampuan yang berbeda dalam merespon gelombang elektromagnetik yang selanjutnya berakibat pada frekuensi yang diterima. Dari segi kualitas dan efisiensi gelombang mikro merupakan pilihan utama untuk dijadikan media propagasi. Pengelompokan pita frekuensi yang menurut I.E.E.E. *Microwave Band* terlihat pada Tabel 1 [2].

### Parameter Refleksi

\*E-MAIL: ernimr@physics.its.ac.id



Gambar 1: Pemodelan antenna mikrostrip loop CPW dua lapis substrat untuk komunikasi C-Band dan Ku-Band

• *Standing Wave*

Peristiwa *standing wave* (gelombang berdiri) terjadi jika terdapat dua gelombang yang merambat pada arah berlawanan dalam media yang sama. *Standing wave* dipresentasikan dalam besaran *Voltage Standing Wave Ratio*, nilai VSWR antara 1 sampai tak hingga, jika nilai VSWR adalah 1, maka tidak ada pantulan di dalam mikrostrip.

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} \quad (1)$$

• *Return Loss (RL)*

RL diperoleh dari hasil pengukuran pada *Network Analyzer*. Nilai *return loss* yang dinyatakan dalam satuan dB berkisar antara  $-\infty$  sampai 0 (dB).

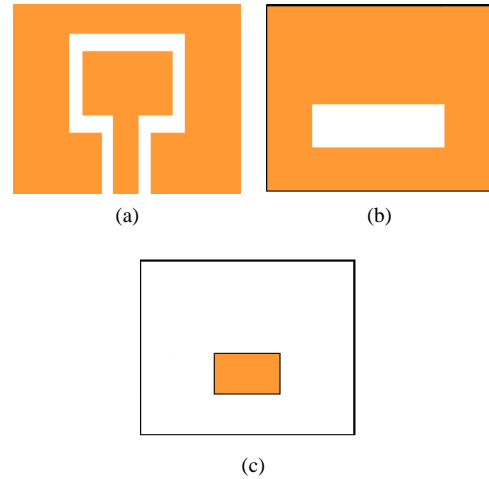
$$RL = 20\log_{10}(\rho) \quad (2)$$

• *Bandwidth* Frekuensi Kerja

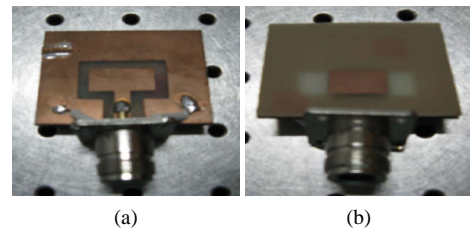
Penghitungan lebar pita (*bandwidth*) frekuensi kerja bermanfaat untuk mengetahui rentang daerah frekuensi yang dapat digunakan ketika antenna mikrostrip masih dapat bekerja secara efektif. Antena dapat bekerja efektif jika nilai *return loss* < -15 dB.

III. FABRIKASI DAN KARAKTERISASI

Geometri antenna mikrostrip loop CPW dua lapis substrat untuk komunikasi C-Band dan Ku-Band yang difabrikasi, ditunjukkan Gambar 1 dan 2. Penentuan dimensi antenna dilakukan menggunakan fasilitas *Tool Box* perancangan Antena yang tersedia di Laboratorium Opto-Elektronika Jurusan Fisika FMIPA-ITS. Dimensi antenna yang difabrikasi adalah 42 mm × 49 mm × 3 mm, dengan ukuran feed line 5 mm × 13 mm, ukuran CPW 3 mm × 13 mm, ukuran loop 11 mm × 19 mm, ukuran *patch* 7 mm × 12 mm, dan ukuran slot 20 mm × lebar 7 mm. Karakterisasi antenna menggunakan *Network Analyzer* tipe HP 8753ES meliputi rentang frekuensi kerja, *return loss*, dan VSWR. Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Gelombang Mikro, Antena dan Propagasi, PENS-ITS. Hasil ketiga besaran tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4 dan 5.



Gambar 2: Dimensi (a) CPW, (b) slot, (c) *patch* pada antenna mikrostrip loop CPW dua lapis substrat untuk komunikasi C dan Ku-Band



Gambar 3: Antena mikrostrip loop CPW dua lapis substrat untuk komunikasi C dan Ku-Band yang telah difabrikasi pada penelitian ini

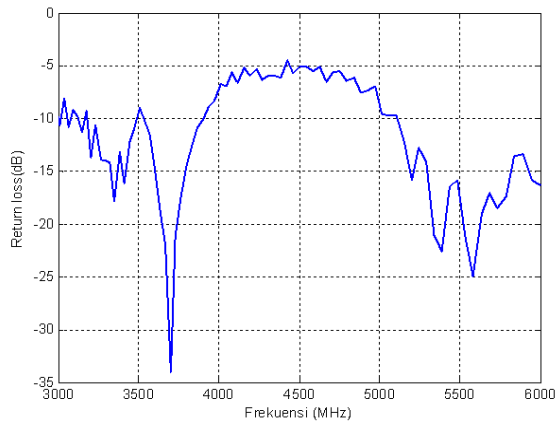
Pada Gambar 4 terlihat nilai *return loss* terkecil sebesar -34,021 dB pada frekuensi 3,698 GHz; -24,893 dB pada frekuensi 5,585 GHz, dan -22,521 dB pada frekuensi 5,388 GHz. koefisien refleksi terkecil sebesar 0,020 pada frekuensi 3,698 GHz, 0,057 pada frekuensi 5,585 GHz, dan 0,075 pada frekuensi 5,388 GHz.

Pada grafik dalam Gambar 5, pada frekuensi 3,698 GHz didapatkan RL = -34,021 dB, VSWR 1,041 dan impedansi 52,031 Ω, sedangkan pada frekuensi 5,585 GHz didapatkan RL = -24,893 dB, VSWR 1,121, dan impedansi 56,037 Ω.

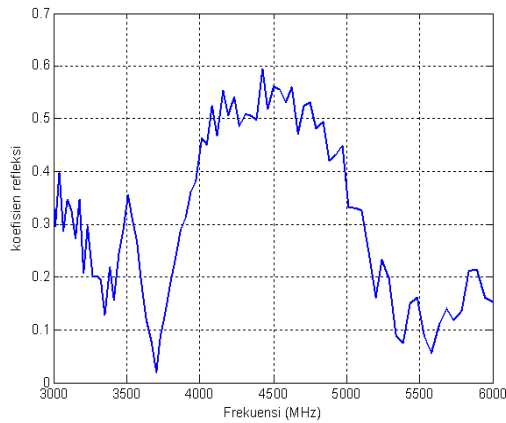
Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 2, pada frekuensi

TABEL II: Hasil pengukuran fabrikasi antenna yang telah memenuhi standar

No.	Frekuensi (MHz)	<i>return loss</i> (dB)	Koefisien refleksi (dB)	VSWR	Impedansi Ω
1	3665.724	-21.987	0.080	1.173	58.643
2	3698.712	-34.021	0.020	1.041	52.031
3	3731.996	-21.178	0.087	1.191	59.567
4	5340.370	-21.048	0.089	1.195	59.725
5	5388.428	-22.521	0.075	1.162	58.086
6	5535.212	-21.145	0.088	1.192	59.607
7	5585.024	-24.893	0.057	1.121	56.037



(a)



(b)

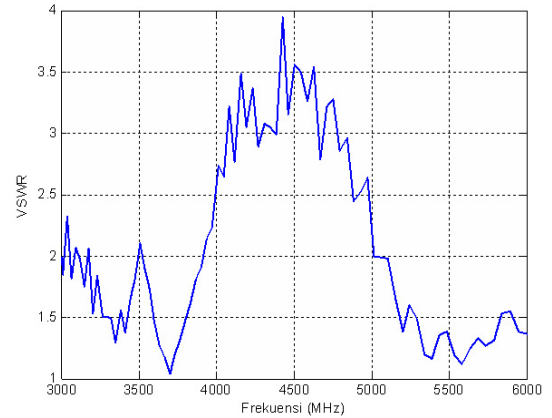
Gambar 4: Hubungan frekuensi dengan (a) *return loss*, (b) koefisien refleksi

3,665 GHz, 3,698 GHz, 3731 GHz, ternyata *return loss* < -15 dB, koefisien refleksi  $\approx 0$ ,  $1 < VSWR < 2$ , dan impedansi berada pada nilai 40-60  $\Omega$  dengan demikian antenna yang telah difabrikasi dalam penelitian ini dapat bekerja pada frekuensi *S-band* yang berada pada range 2,0-4,0 GHz. Adapun pada frekuensi 5,340 GHz, 5,388 GHz, 5,535 GHz, 5,585 GHz, *return loss* < -15 dB, koefisien refleksi  $\approx 0 < \rho < 1$ , dan impedansi berada pada nilai 40-60  $\Omega$  sehingga antenna yang telah difabrikasi dalam penelitian ini dapat bekerja pada frekuensi *C-Band* yang berada pada range 4,0-8,0 GHz.

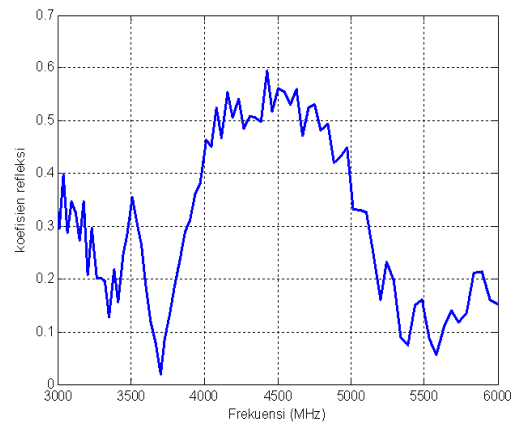
Dari grafik pada Gambar 6 terlihat dari koordinat (5293,-14,11) hingga (5789,-17,32) antenna mikrostrip loop CPW yang telah difabrikasi pada penelitian ini masih dapat bekerja, yaitu pada *bandwidth* 496 MHz. Sedangkan pada frekuensi *S-band* didapatkan *bandwidth* yang berada diantara koordinat (3633,-18,51) hingga (3766,-17,41) yaitu 133 MHz.

Alat karakterisasi yang digunakan yaitu *Network Analyzer* tipe HP 8753ES di Laboratorium Gelombang Mikro, Antena dan Propagasi PENS-ITS hanya dapat digunakan sam-

pai frekuensi 6 GHz, sehingga pengukuran *return loss*, koefisien frekuensi, dan *VSWR* pada frekuensi *Ku-Band* tidak



(a)



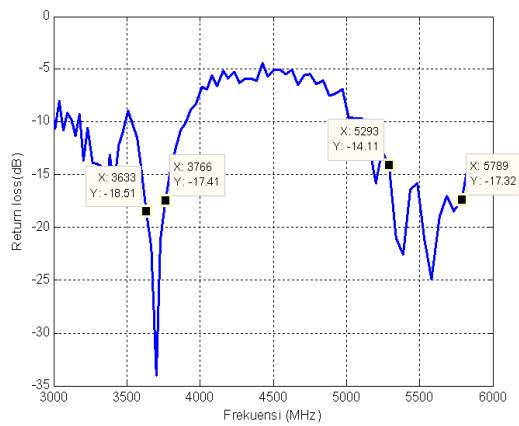
(b)

Gambar 5: Hubungan frekuensi dengan (a) *VSWR*, (b) impedansi

dapat dilakukan. Tetapi antenna pada penelitian ini telah diujicobakan dipasang sebagai pengganti antenna di dalam LNB pada parabola.

#### IV. SIMPULAN

Hasil pengukuran pada frekuensi 3,698 GHz menunjukkan *return loss* terkecil  $RL = -34,021$  dB, *VSWR* 1,041, dan impedansi 52,031  $\Omega$ ; pada frekuensi 5,388 GHz menunjukkan  $RL = -22,521$  dB, *VSWR* 1,162, dan impedansi 58,086  $\Omega$ ; pada frekuensi 5,535 GHz didapatkan  $RL = -21,145$  dB, *VSWR* 1,192, dan impedansi 59,607  $\Omega$ ; pada frekuensi 5,340 GHz didapatkan  $RL = -21,048$  dB, *VSWR* 1,195, dan impedansi 52,031  $\Omega$ . Hal ini telah memenuhi kriteria standar penggunaan antenna.



Gambar 6: Bandwidth antenna hasil fabrikasi

- 
- [1] Balanis, C. A, *Antenna Theory Analysis and Design* (Second edition, John Wiley & Sons, New York, 1997).
- [2] Edwards, T, *Foundations For Microstrip Circuit Design* (Second edition, John Wiley and Son, Inc Canada, 1992).
- [3] Hund, E., *Microwave communications. Component and Circuit* (McGraw-Hill, New York, 1989).
- [4] Kamimura, Y., Haneishi, M., *Radiation Properties of Microstrip Antenna Fed by Coplanar Waveguide*, Dept. of Electrical and Electric Engineering Saitama University Urawa, Saitama 338, Japan, Proceeding of ISAP '96, Chiba, Japan, 1996.
- [5] Kraus, John, *Electromagnetics With Applications* (Fifth edition, McGraw-Hill, New York, 1999).
- [6] Matsuzawal, Shin-ichiro, Tsuji, Takeshi, Ito, Koichi, *Radiation of Circularly Polarized Printed Antena Composed of Slot Fed By Coplanar Waveguide*, Faculty of Engineering, Chiba University, Proceeding of ISAP '96, Chiba, Japan, 1996.
- [7] Saydam, Gouzali, *Teknologi Telekomunikasi: Perkembangan dan Aplikasi* (Alfabeta, Bandung, 2005).
- [8] Sugiono, Pramono, Yono H., *Pembuatan Filter Mikrostrip Band Pass 2,4 GHz Dengan Struktur Satu Lapis*, Proceeding of The 7th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (SITIA), Surabaya-Indonesia. Hal.II-K-44 - II-K-48, 2006.
- [9] Suhana, Shoji, Shigeki, *Teknik Telekomunikasi* (PT Pradnya Paramita, Jakarta, 2002).
- [10] Sujarwati, N., Pramono, Yono H. dan Rubiyanto, A., *Analisis Karakteristik Antena CPW SLOT dan PATCH Dengan FDTD*, Prosiding SFA 2002, Jurusan Fisika FMIPA ITS, 2002.
- [11] Young, L., Haider, S., Neve, M., Dr., *Microstrip Patch Antennas for Broadband Indoor Wireless System*, Part 4 Project Report, Departemen of Electrical & Electronics Engineering, The University of Aucland Faculty of Engineering, 2003.