

Desain dan Fabrikasi Antena Mikrostrip Loop dengan Feed Line Mikrostrip Feed Line Dua Lapis Substrat untuk Komunikasi C-Band

Ambyah Uboyo,* Yono Hadi Pramono, dan Ali Yunus Rohedi
 Jurusan Fisika-FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 61111

Intisari

Pada penelitian ini telah didesain dan dibuat antena mikrostrip loop dengan feed line mikrostrip feed line dua lapis substrat untuk frekuensi kerja C-Band. Langkah pertama ditentukan besaran-besaran fisis yang mempengaruhi kinerja antena Mikrostrip loop, kemudian dilakukan fabrikasi antena mikrostrip loop berdasarkan dimensi-dimensi yang telah ditentukan dengan variasi *patch*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa antena mikrostrip loop dengan dimensi loop $2,28 \text{ cm} \times 1,65 \text{ cm}$, $1,14 \text{ cm} \times 0,73 \text{ cm}$, slot dengan dimensi $2,28 \text{ cm} \times 1,65 \text{ cm}$ dan *patch* yang berdimensi $2,28 \text{ cm} \times 1,65 \text{ cm}$ mempunyai unjuk kerja yang optimal dengan frekuensi kerja 4926,68 MHz, return loss -25,45 dB, VSWR sebesar 1,11, serta Bandwidth sebesar 310,4 MHz. Hal ini berarti antena tersebut sesuai perancangan dan dapat bekerja pada range C-Band (4 MHz - 8 MHz).

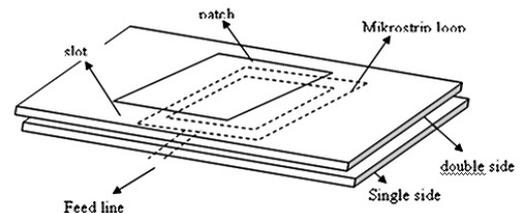
KATA KUNCI: antena mikrostrip loop, C-Band, feed line, frekuensi kerja mikrostrip feed line

I. PENDAHULUAN

Di era informasi saat ini, manusia memerlukan komunikasi untuk saling bertukar informasi dimana saja, kapan saja dan dengan siapa saja. Salah satu sistem komunikasi yang merupakan andalan bagi terselenggaranya integrasi sistem komunikasi secara global adalah sistem komunikasi nirkabel (*wireless*), dengan propagasi gelombang radio sebagai media transmisinya. Bertambahnya popularitas sistem nirkabel, pengembangan antena untuk sistem ini menjadi lebih penting. Antena dapat dianggap sebagai tulang punggung sistem nirkabel.

Antena menurut *Webster's Dictionary* didefinisikan sebagai "seperangkat alat yang terbuat dari logam yang berfungsi untuk meradiasikan atau menerima gelombang radio". Sedangkan berdasarkan *IEEE Standard Definition of Terms for Antennas* (IEEE Std 145-1983), antena didefinisikan sebagai "suatu alat untuk meradiasikan atau menerima gelombang radio". Dengan kata lain antena adalah suatu bentuk peralihan antara ruang bebas dan instrumen pemandu. Selain sebagai suatu alat untuk mengirim atau menerima energi, antena juga digunakan untuk mengoptimalkan energi radiasi pada arah tertentu dan menekannya pada arah yang lain. Hal ini kemudian menyebabkan antena memiliki berbagai bentuk dan desain untuk memenuhi kebutuhan khusus ini. Bentuk dan desain antena yang diharapkan adalah antena yang mempunyai *gain* yang tinggi, efisiensi yang besar, bandwidth yang lebar, profil rendah, bobot yang ringan, dan biaya yang murah.

Salah satu jenis antena yang memenuhi kriteria semacam itu adalah antena mikrostrip. Antena jenis ini memiliki keunggulan-keunggulan yaitu profilnya rendah, conformal



Gambar 1: Bentuk Geometri antena mikrostrip loop dengan mikrostrip feed line

pada permukaan planar dan nonplanar, sederhana dan murah untuk dimanufaktur menggunakan teknologi sirkuit tercetak modern, secara mekanik kuat (*robust*) bila dipasang tetap pada permukaan yang kaku (*rigid*), kompatibel dengan desain MMIC (*Monolithic Microwave Integrated Circuits*). Kekompakan dan ketahanannya terhadap lingkungan yang ekstrem (*ruggedness*) meluaskan pemanfaatannya pada bidang-bidang lain semisal aerospace dan komunikasi satelit. Antena mikrostrip terdiri dari lapisan strip logam tipis sebagai elemen peradiasi yang ditempelkan pada salah satu sisi suatu substrat dielektrik dengan permitivitas relatif $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$ [1], sedangkan pada sisi lawannya berupa lembaran logam konduktor tipis yang lebar sebagai *ground plane*.

II. DESAIN DAN FABRIKASI ANTENA MIKROSTRIP LOOP DENGAN FEED LINE MIKROSTRIP FEED LINE

Bentuk geometri antena mikrostrip loop dengan feed line mikrostrip line pada dua lapis substrat FR4 ditunjukkan Gambar 1. Ukuran dimensi antena yang dibuat ditentukan berdasarkan spesifikasi yang direncanakan yaitu $E_{r,substrat} =$

*E-MAIL: Ambyahs2U@physics.its.ac.id

4,43, $\epsilon_{o,udara} = 1$, $h =$ tebal substrat (1,6 mm), $w =$ panjang patch (dihitung), $\ell =$ lebar patch (dihitung), $f_{r1} = C$ band (4-8 GHz), $Z_o = 50 \Omega$. Penentuan lebar secara praktis untuk mendapatkan peradiasi yang efisien menggunakan persamaan:

$$w = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_o z_o}} \sqrt{\frac{2}{z_r + 1}}$$

$$= \frac{V_o}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{z_r + 1}} \quad (1)$$

$V_o =$ kecepatan cahaya di ruang hampa.

Untuk menghitung permitivitas relatif efektif $\epsilon_{r,eff}$ di dalam bahan substrat FR4, perlu diperhitungkan ketebalan substrat dan lebar strip. Pada pola medan listrik di dalam substrat, besarnya $\epsilon_{r,eff}$ untuk W/h dihitung menggunakan persamaan:

$$\epsilon_{reff} = \left(\frac{z_r + 1}{2} \right) + \left(\frac{z_r - 1}{2} \right) \left[1 + 12 \frac{h}{w} \right]^{-1/2} \quad (2)$$

Pertambahan panjang akibat frinji dapat dihitung menggu-

nakan persamaan: [1]

$$\Delta L = 0,412h \frac{[\epsilon_r + 0,3] \left[\frac{w}{h} + 0,264 \right]}{[\epsilon_r - 0,258] \left[\frac{w}{h} + 0,8 \right]}$$

$$L_e = L + 2\Delta L \quad (3)$$

Apabila tebal substrat diperkecil maka pertambahan panjang antena secara kelistrikan bertambah kecil juga, sehingga panjang antena efektif mendekati panjang antena sesungguhnya. Panjang antena yang sesungguhnya dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}} \sqrt{\mu_o \epsilon_o}} - 2\Delta L \quad (4)$$

Pencatuannya menggunakan sistem pencatuan langsung yaitu menggunakan lajur pencatuan mikrostrip (mikrostrip feeding line). Lebar lajur mikrostrip ditentukan menggunakan persamaan

$$\frac{w_o}{h} = \frac{2}{\pi} \left[\frac{60\pi^2}{Z_o \sqrt{\epsilon_r}} - 1 - \ln \left(\frac{120\pi^2}{Z_o \sqrt{\epsilon_r}} - 1 \right) \right] - \frac{\epsilon_r - 1}{\pi \epsilon_r} \left[\left(\frac{120\pi^2}{Z_o \sqrt{\epsilon_r}} - 1 \right) 0,293 - \frac{0,517}{\epsilon_r} \right] \quad (5)$$



Gambar 2: Tiga Buah Antena Mikrostrip Loop

TABEL I: Dimensi dari Penentuan Panjang dan Lebar loop Antena Mikrostrip

No	Frekuensi (GHz)	W (cm)	ϵ_{reff}	ΔL (cm)	L (cm)
1	4	2,28	3,76	0,142	1,65
2	5	1,82	3,69	0,141	1,28
3	6	1,52	3,63	0,139	1,04
4	7	1,30	3,58	0,137	0,86
5	8	1,14	3,54	0,135	0,73

III. HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengukuran dengan menggunakan Network Analyzer didapat hubungan antara frekuensi kerja dengan return loss dan VSWR seperti ditunjukkan Gambar 3. Tampak pada

Gambar 3 bahwa pengukuran antena 3 (ukur 3), ternyata menghasilkan nilai return loss yang paling kecil yaitu -25,45 dB (data pengukuran). Sedangkan pada antena 1 (ukur 1) dan antena 2 (ukur 2) hanya mempunyai return loss sebesar -16,47 dB dan -19,11 dB. Hal ini menunjukkan bahwa antena 3 mempunyai return loss yang paling baik jika dibandingkan dengan nilai return loss yang dimiliki oleh antena 1 maupun antena 2. Sedangkan nilai VSWR mendekati ideal dimiliki oleh antena 3 dengan nilai VSWR sebesar 1,11 ($VSWR_{ideal} = 1$), sedangkan pada antena 1 dan antena 2 nilai VSWR terbaiknya hanya sebesar 1,35 dan 1,25 (dari data pengukuran). Hal ini menunjukkan bahwa antena 3 mempunyai VSWR paling baik dibanding dengan nilai VSWR antena 1 dan antena 2.

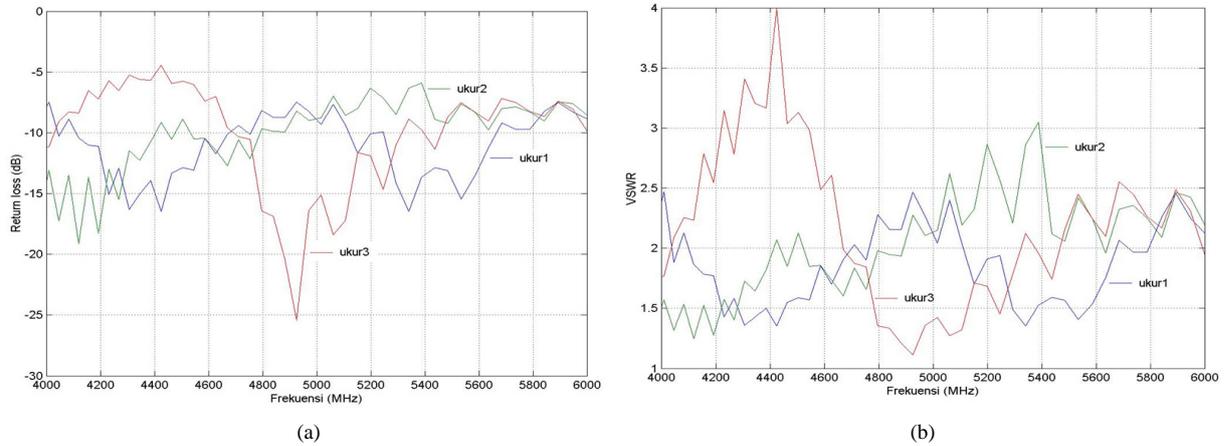
Pemodelan matematis untuk hubungan frekuensi dan VSWR pada antena 3 dengan menggunakan model polinomial orde 6 dapat digambarkan seperti grafik pada Gambar 4. Dari fitting kurva di atas diketahui model matematika untuk hubungan frekuensi dengan VSWR, yaitu berupa fungsi VSWR terhadap frekuensi yaitu

$$VSWR = -2E^{-13} f^5 + 2E^{-09} f^4 - 2E^{-055} f^2 - 107,4f + 85793$$

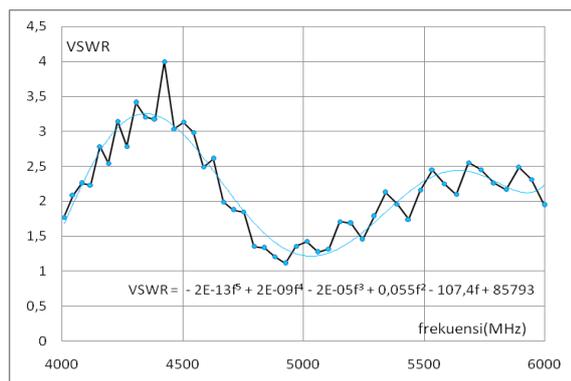
dengan pemodelan ini selain membuktikan adanya kecenderungan keteraturan pola data, juga dapat untuk memprediksi nilai VSWR yang muncul pada rentang frekuensi berikutnya.

TABEL II: Dimensi dari antenna mikrostrip hasil fabrikasi

No Antena	W0 (cm)	W1, L1 (cm)	Wd, Ld (cm)	Slot (cm ²)	patch (cm ²)
1	I	0,23 (2,28 ; 1,65)	(1,14 ; 0,73)	(2,28 x 1,65)	(1,14 x 0,73)
2	II	0,23 (2,28 ; 1,65)	(1,14 ; 0,73)	(2,28 x 1,65)	(2,78 x 2,15)
3	III	0,23 (2,28 ; 1,65)	(1,14 ; 0,73)	(2,28 x 1,65)	(2,28 x 1,65)



Gambar 3: Grafik Hubungan antara frekuensi (f) dengan (a). return loss, (b). VSWR, pada antenna 1, antenna 2, dan antenna 3



Gambar 4: Fiting kurva frekuensi dengan VSWR terhadap model polinomial orde 6.

IV. SIMPULAN

Hasil fabrikasi antenna mikrostrip loop dengan feed line mikrostrip feed line pada dua lapis substrat dengan dimensi

loop 2,28 cm × 1,65 cm, 1,14 cm × 0,73 cm, slot 2,28 cm × 1,65 cm, dan patch 2,28 cm × 1,65 cm mempunyai unjuk kerja terbaik pada frekuensi kerja 4926,68 MHz. dengan return loss -25,45 dB, VSWR sebesar 1,11, serta bandwidth sebesar 623,9 MHz. Hal ini berarti antenna tersebut dapat bekerja pada range C-Band.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada: (1). Kepala laboratorium Microwave, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya yang telah bersedia membantu kegiatan pengukuran dengan Network Analyzer. (2). Kepala laboratorium optoelektronika, ITS, Surabaya beserta staf yang telah memfasilitasi kegiatan fabrikasi antenna.

[1] Balanis, C. A, *Antenna Theory Analysis and Design* (Second edition, John Wiley & Sons, New York, 1997).
 [2] Krauss, J.D., Marhefka, R.J., *Antennas for All Applications* (Mc Graw-Hill, New York, 2003).
 [3] Kong, J.A., Shen, L.C., *Applied Electromagnetism* (Third Edition, International Thomson Publishing Inc., New York, 1987).
 [4] Edwards, T., *Foundations for Microstrip Circuit Design* (Second

edition, John Wiley & Sons, New York, 1995).
 [5] Kamimura, Y., Haneishi M., *Radiation Properties of Microstrip Antennas Fed by Coplanar Waveguide*, Proceeding of ISAP' 96, University of Chiba, hal.529-536 (1996).
 [6] <http://en.wikipedia.org/wiki/FR4>.