

OPTIMISASI BENTUK *FEED LINE* UNTUK MENINGKATKAN PERFORMANSI ANTENA MIKROSTRIP SEGITIGA DUAL BAND

OPTIMIZATION FORM OF *FEED LINE* FOR INCREASE PERFORMANCE OF DUAL BAND TRIANGULAR MICROSTRIP ANTENNA

Bambang Sumajudin¹, Gifari Muhammad², Hepi Ludyati.³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung

¹sumajudin@telkomuniversity.ac.id, ²gifarimuhammad@student.telkomuniversity.ac.id,

³hepi.ludiyati@polban.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini, dilakukan optimisasi terhadap antenna mikrostrip *patch* segitiga dengan difokuskan pada *feed line* atau lebih tepatnya *microstrip feed line*. Optimisasi dilakukan dengan perubahan bentuk *feed line*, yaitu bentuk normal, mengecil dan membesar dan Duroid RT5880 dan jenis substrat pada *feed line*, yaitu FR4, Taconic TLC32, dan Duroid RT5880. Tujuannya ialah mendapatkan bentuk *feed line* dan nilai permitivitas relatif substrat yang optimal terhadap parameter kinerja antenna yaitu *gain*, *bandwidth* dan nilai *return loss* pada dua daerah frekuensi kerja dengan frekuensi inisial awal pada 2,4 GHz. Perubahan kinerja antenna yang difokuskan pada optimasi ini adalah nilai S_{11} fungsi frekuensi, *gain* dan *bandwidth*. Dari hasil optimisasi, diperoleh bahwa bentuk dan substrat *feed line* yang optimal ialah bentuk *feed line* mengecil pada substrat FR-4 Epoxy dan Taconic, dengan nilai *return loss* tertinggi 19,86 dB, nilai *gain* tertinggi 1,092 dBi, dan nilai *bandwidth* tertinggi 60,3 MHz pada band 1 (2,4 GHz), serta nilai *return loss* tertinggi 13,90 dB, nilai *gain* tertinggi 3,890 dBi, dan nilai *bandwidth* tertinggi 109,7 MHz pada band 2 (6,4 GHz).

Kata kunci: antenna mikrostrip segitiga, optimisasi *feed line*, *dual band frequency*, substrat.

Abstract

In this research, it is done optimization of microstrip antenna patch triangle by focused on the feedline or rather microstrip feed line. Optimization is done by changing the form of feed line, namely the normal, shrinking and enlarged form and Duroid RT5880 and the type of substrate on the feed line, namely FR4, Taconic TLC32, and Duroid RT5880. The goal is to get the form of feed line and the relative value of permittivity of the substrate to the antenna's performance parameters i.e. gain, bandwidth and return loss value at two working frequency area with initial initial frequency at 2.4 GHz. The change in antenna performance focused on this optimization is the value of S_{11} frequency, gain and bandwidth functions. From the optimization, it is obtained that the optimal feed line shape and substrate is the form of feed line shrinking on the RF-4 Epoxy and Taconic substrates, with the highest return loss value of 19.86 dB, the highest gain value of 1.092 dB, and the highest bandwidth value of 60.3 MHz in the band 1 (2.4 GHz), as well as the highest return loss value of 13.90 dB, the highest gain value of 3.890 dB, and the highest bandwidth value of 109.7 MHz on Band 2 (6.4 GHz).

Keywords: triangular microstrip antenna, feed line optimization, dual band frequency, substrate.

1. Pendahuluan

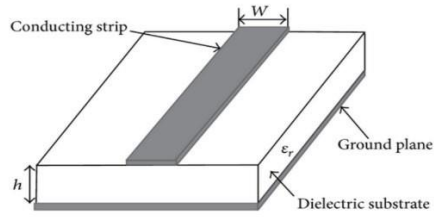
Salah satu teknik optimisasi antenna mikrostrip ialah pada perubahan jenis substrat pada antenna mikrostrip, seperti pada literatur [1], yaitu membandingkan berbagai jenis substrat yang beredar terhadap hasil antenna *rectangular patch*, khususnya untuk performa *return loss*, VSWR, dan *bandwidth*, serta pada literatur [2], dengan menginvestigasi efek dari dimensi saluran pencatu (*feed line*) terhadap peningkatan lebar *bandwidth* yang diterima oleh antenna mikrostrip. Kedua penelitian tersebut memiliki kesimpulan bahwa parameter antenna bisa optimisasi sesuai kebutuhan dengan pengoptimalan bagian substrat antenna mikrostrip secara keseluruhan.

Pada penelitian ini dilakukan penelitian tentang pengoptimalan antenna mikrostrip *patch* segitiga *dual band* dengan berfokus pada bentuk dan jenis substrat *feed line* pada antenna mikrostrip segitiga *dual band*. Optimisasi akan dilakukan pada 3 (tiga) jenis substrat yaitu FR-4 Epoxy, Duroid RT5880 dan Taconic TLC32. Pada daerah frekuensi ini diinginkan antenna bekerja pada *return loss* minimal 10 dB, *bandwidth* sekitar 2-3% dari frekuensi tengah, pola radiasi *directional*, *match* dengan impedansi sistem 50 Ohm dan *gain* minimal 1-3 dBi.

2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem

2.1 Saluran Mikrostrip (*Microstrip Line*)

Menurut [3], saluran mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah strip yang terhubung langsung dengan *patch* antenna dengan lebar tertentu (w), dan konduktor yang berfungsi sebagai *grounding*. Struktur tersebut terlihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Struktur Saluran Transmisi Mikrostrip

Kedua konduktor ini dipisahkan oleh tebal bahan substrat yang mempunyai tebal tertentu (d), dan konstanta dielektrik dari bahan (εr). Salah satu parameter utama untuk saluran mikrostrip ialah impedansi karakteristiknya (Zo) yang bergantung pada lebar dan tebal substrat. Secara umum, rumus untuk saluran mikrostrip ialah sebagai berikut:[3]

$$Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_r} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon_r} + \frac{1}{2\sqrt{1 + 12\pi^2/Wd}} \right)} \quad (2.1)$$

dengan εr adalah permitivitas relatif substrat, d adalah tebal substrat dan W adalah lebar strip atau feed line. Sementara untuk mencari nilai impedansi karakteristiknya (Zo), maka dengan rumus berikut:[3]

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left(\frac{8d}{W} + \frac{W}{4d} \right) \quad \text{Untuk } W/d \leq 1$$

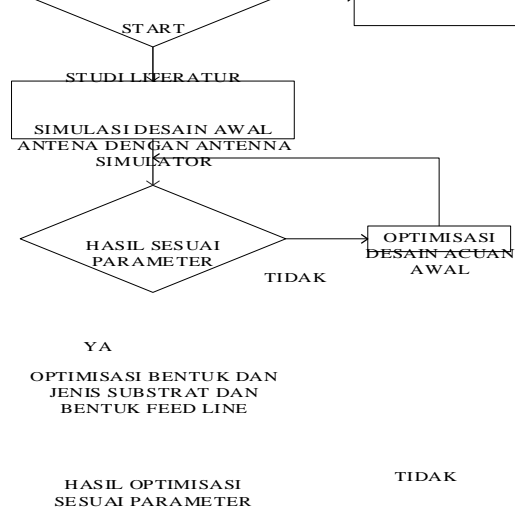
$$Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_r} \left(1.393 + 0.667 \ln \left(1 + 1.444 \sqrt{\epsilon_r} \right) \right)} \quad \text{Untuk } W/d \geq 1$$

Jika diketahui nilai impedansi karakteristiknya, maka untuk rasio W/d dari feed line menggunakan rumus berikut:[3]

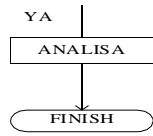
$$\frac{W}{d} = \frac{2}{\pi} \left[\frac{8\epsilon_r - 2}{2\epsilon_r - 1} \ln \left(\frac{2Z_0}{\pi} - 1 \right) + \frac{1}{2\epsilon_r} \ln \left(\frac{2Z_0}{\pi} - 1 \right) + 0.39 - \frac{0.61}{Z_0} \right] \quad (2.3)$$

2.2 Diagram Alir (Flowchart)

Diagram alir optimisasi antenna mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 2.



ANALISA



Gambar 2 Diagram Alir Perancangan Antena

2.3 Parameter Antena

Nilai-nilai parameter antena merupakan batas minimum suatu antena dapat memancarkan gelombang elektromagnetik ke ruang bebas dengan level daya sinyal tertentu. Parameter antena ini tercantum dalam Tabel 1.

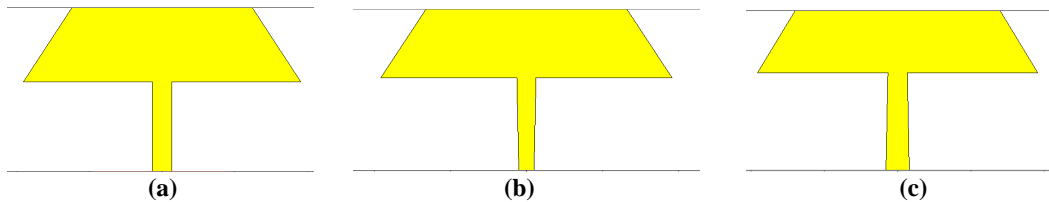
Tabel 1 Parameter Antena

Parameter	Nilai Parameter
<i>Return loss</i>	>10 dB
Frekuensi Resonansi Awal	2,4 GHz
<i>Gain</i> Antena	1 s/d 3 dBi
<i>Bandwidth</i>	2-3%

2.4 Optimisasi Feed line Antena

Proses optimisasi terhadap *feed line* untuk antena mikrostrip segitiga dilakukan agar mendapat nilai *return loss*, VSWR dan frekuensi kerja yang sesuai parameter antena yang diinginkan pada Tabel 1. Optimisasi terhadap *feed line* untuk antena ini dilakukan dengan beberapa skema, yaitu:

- a) Optimisasi bentuk *feed line* dengan terdiri dari tiga bentuk, yaitu normal, mengecil dan membesar, dengan dimensinya masing-masing, seperti pada Gambar 3 (a) sampai (c) berikut:



Gambar 3 Bentuk *feed line* antena (a) normal, (b) mengecil, (c) membesar

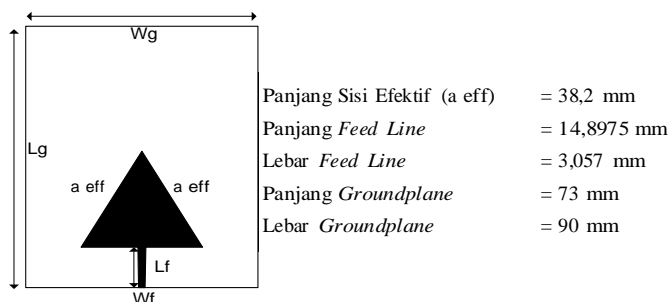
- b) Optimisasi terhadap jenis substrat pada *feed line* antena, dimana substrat akan diubah berdasarkan konstanta dielektrik (ϵ_r) yang terbesar hingga terkecil, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Jenis Substrat untuk *Feed line*.

Substrat	Konstanta Dielektrik	Tebal Substrat	Tebal Konduktor
FR4	4,4	1,6 mm	0,035 mm
Taconic TLC-32	3,3	0,78 mm	0,035 mm
Duroid RT5880	2,2	1,6 mm	0,035 mm

2.5 Desain Awal Antena

Desain antena acuan awal untuk penelitian ini adalah antena mikrostrip dengan berbentuk *patch* segitiga, dengan parameter desain awal antena mikrsotrip dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 4 Antena Mikrostrip *Patch* Segitiga dan Parameter Dimensi

Sementara untuk hasil parameter desain antenna acuan awal tertera pada Tabel 4 berikut:

Tabel 3 Hasil Parameter Antena Acuan Awal

Parameter	Nilai	
	Band 1	Band 2
Frekuensi <i>Center</i>	2,40 GHz	6,40 GHz
<i>Return loss</i>	11,96 dB	11,69 dB
<i>Bandwidth</i>	45,6 MHz	79,1 MHz
<i>Gain</i>	0,93 dBi	3,54 dBi
Direktivitas	7,08 dBi	9,63 dBi
Presentase <i>Bandwidth</i>	1,89%	1,24%

3 Hasil Optimisasi *Feed line*

Seluruh bentuk *feed line* dan jenis substrat antenna disimulasikan dengan simulator antenna yang kemudian akan dipilih desain antenna yang optimal sesuai dengan parameter antenna. Hasil simulasi tercatat dalam data yang bisa dilihat dalam Tabel 4 hingga 6 sebagai berikut;

Tabel 4 Optimisasi desain antenna untuk *FR4*

Jenis feed line	Lebar Feed (mm)	Panjang Feed (mm)	Daerah Center				Bandwidth		Gain		Directivity	
			Frek. Center		Return loss		Band 1 (MHz)	Band 2 (MHz)	Band 1 (dBi)	Band 2 (dBi)	Band 1 (dBi)	Band 2 (dBi)
			Band 1 (GHz)	Band 2 (GHz)	Band 1 (dB)	Band 2 (dB)						
Normal	2,65	13,89	2,40	6,40	15,47	10,84	58,2	57,9	1,01	3,45	7,12	9,47
Mengecil	2,65	13,89	2,40	6,40	19,86	11,28	60,3	70,7	1,04	3,55	7,12	9,51
Membesar	2,65	13,89	2,40	6,40	12,77	11,25	51,2	69,1	0,94	3,56	7,10	9,51

Tabel 5 Optimisasi desain antenna untuk *Taconic TLC32*

Jenis Feed Line	Lebar Feed (mm)	Panjang Feed (mm)	Daerah Center				Bandwidth		Gain		Directivity	
			Frek. Center		Return loss		Band 1 (MHz)	Band 2 (MHz)	Band 1 (dBi)	Band 2 (dBi)	Band 1 (dBi)	Band 2 (dBi)
			Band 1 (GHz)	Band 2 (GHz)	Band 1 (dB)	Band 2 (dB)						
Normal	3,34	13,46	2,41	6,43	14,56	11,83	53,8	76,8	1,08	3,74	7,11	9,64
Mengecil	3,34	13,46	2,42	6,43	14,18	13,90	52,7	109,7	1,09	3,89	7,11	9,68
Membesar	3,34	13,46	2,42	6,43	14,10	10,54	52,9	43	1,07	3,80	7,02	9,97

Tabel 6 Optimisasi desain antenna untuk *Duroid RT5880*

Jenis Feed Line	Lebar Feed (mm)	Panjang Feed (mm)	Daerah Center				Bandwidth		Gain		Directivity	
			Frek. Center		Return loss		Band 1 (MHz)	Band 2 (MHz)	Band 1 (dBi)	Band 2 (dBi)	Band 1 (dBi)	Band 2 (dBi)
			Band 1 (GHz)	Band 2 (GHz)	Band 1 (dB)	Band 2 (dB)						
Normal	4,418	16,568	2,43	6,46	13,47	11,65	51,4	72,7	0,90	3,54	6,97	10,10
Mengecil	4,418	16,568	2,43	6,47	13,54	13,13	50,6	101,4	0,84	3,85	6,97	10,12
Membesar	4,418	16,568	2,43	6,46	13,45	10,60	51,2	44,8	0,82	3,67	6,98	9,85

Berdasarkan data Tabel di atas, bahan *FR4* memiliki nilai *return loss* dan *bandwidth* di *band 1* yang lebih baik, selisih *bandwidth* antara *band 1* dan *band 2* yang lebih kecil, dan direktivitas pada *band 1* yang lebih bagus. Sementara, bahan *Taconic* memiliki nilai *return loss* dan nilai *bandwidth* pada *band 2* yang lebih bagus, dan memiliki nilai *gain* pada dua *band*, dan nilai direktivitas pada *band 2* yang lebih bagus dari semua bahan substrat dalam percobaan. Sementara, desain *feed line* bentuk normal memiliki selisih *bandwidth* kedua *band* yang lebih kecil, sementara desain *feed line* bentuk mengecil memiliki nilai *return loss*, *gain*, direktivitas pada *band 1* yang lebih bagus dan *bandwidth* pada *band 2* yang lebih lebar.

4 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari ketiga bentuk *feed line* yang diujicoba, bentuk mengecil meningkatkan nilai *return loss*, *gain* dan *bandwidth* pada *band 2* yang lebih baik dibanding bentuk lain. Sementara bentuk normal mengecilkan selisih nilai *bandwidth band 1* dan *band 2* ke lebih kecil dan *bandwidth* pada *band 1* yang lebih lebar.
2. Dari ketiga bahan substrat yang diuji coba, bahan Taconic meningkatkan nilai *return loss* dan *bandwidth* di *band 2* dan *gain* pada kedua band. Sementara, bahan FR4 meningkatkan *return loss*, *bandwidth* dan direktivitas pada *band 1* serta frekuensi kerja resonansi awal yang mendekati parameter yang diinginkan pada Tabel 1.
3. Semakin kecil nilai permitivitas relatif (ϵ_r) dari suatu jenis substrat, maka ukuran *feed line* antena mikrostrip segitiga akan semakin besar, frekuensi tengah, frekuensi *lower* dan *upper* antena akan bergeser ke arah frekuensi yang lebih tinggi, *bandwidth band 1* menyempit dan *bandwidth band 2* melebar.
4. Perubahan diagram pola radiasi dan sudut *Half Power Beamwidth* (HPBW) terhadap jenis substrat terbilang signifikan, dengan perubahan terbesar di sudut HPBW $\Theta = 90^\circ$ pada *band* rendah sebesar $10,4^\circ$, dibandingkan perubahan terhadap bentuk *feed line* dengan perubahan terbesar sebesar $5,3^\circ$ sudut HPBW $\Theta = 90^\circ$ pada *band* rendah.

Daftar Pustaka:

- [1] Kumar Shrivastava, Amit. Mishra, Ranjan, dkk, "Effect of Microstrip Line Dimensions on *Bandwidth* Enhancement of a Regular Microstrip Antenna", in 3rd International Conference and Workshops on Recent Advances and Innovations in Engineering, Jaipur, India, 2018, pp. 18-21.
- [2] R.A Ariantono, Juli 2019." Efek Slot Pada Antena Mikrostrip Triangular *Dual Band* Dengan Frekuensi Antena Awal 2,4 GHz". Telkom University. Bandung
- [3] Pozar, David M., "Microwave Engineering: Fourth Edition": United States Of America. John Willey & Sons, Inc, 2012.

