

Optimisasi Bentuk *Feed Line* untuk Meningkatkan Performansi Antena Mikrostrip Segitiga *Dual Band*

Bambang Sumajudin¹, Gifari Muhammad², Hepi Ludyati³

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

¹sumajudin@telkomuniversity.ac.id,

²gifarimuhammad@student.telkomuniversity.ac.id

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

³hepi.ludyati@polban.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian ini, dilakukan optimisasi terhadap antena 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 jenis *substrat* pada *feed line*, yaitu FR4, Taconic TLC32, dan Duroid RT5880. Tujuannya ialah mendapatkan bentuk *feed line* dan nilai konstanta dielektrik *substrat* yang optimal terhadap parameter kinerja antena yaitu *gain*, *bandwidth* dan nilai *return loss* pada dua daerah frekuensi kerja dengan frekuensi inisial awal pada 2,4 GHz. Perubahan kinerja antena yang difokuskan pada optimisasi ini adalah nilai S_{11} fungsi frekuensi, *gain* dan *bandwidth* yang bekerja pada frekuensi *dual band*. 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

Antena mikrostrip segitiga, optimisasi *feed line*, frekuensi *dual band*, *substrat*

1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis mikrostrip antenna yang umum diimplementasikan adalah jenis antena mikrostrip segitiga, yakni pada penelitian [1] digunakan untuk bekerja pada dua *band* berbeda (*dual band frequencies*), yaitu 3,5 GHz dan 5,3 GHz. Antena mikrostrip ini memiliki kelemahan, salah satunya ialah *gain* yang rendah (sekitar 1 sampai 2 dBi) [2][3]. Hal itulah yang mendorong munculnya teknik-teknik rekayasa tambahan tertentu yang bertujuan meningkatkan performansi antena.

Salah satu teknik optimisasi antena mikrostrip ialah pada perubahan jenis *substrat* pada antena mikrostrip, seperti pada literatur [4][5], yaitu membandingkan berbagai jenis *substrat* yang beredar terhadap hasil antena *rectangular patch*, khususnya untuk performa *return loss*, VSWR, dan *bandwidth*. serta menginvestigasi efek dari dimensi saluran pencatu (*feed line*) terhadap peningkatan lebar *bandwidth* yang diterima oleh antena mikrostrip.

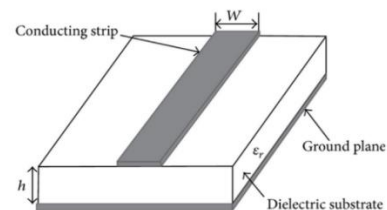
Pada penelitian ini dilakukan pengoptimisasian antena mikrostrip *patch* segitiga frekuensi *dual band* dengan berfokus pada bentuk dan jenis *substrat feed line* pada antena mikrostrip segitiga *dual band*. Optimisasi akan dilakukan pada 3 (tiga) jenis *substrat* yaitu FR-4 Epoxy, Duroid RT5880 dan

Taconic TLC 32. Pada daerah frekuensi ini diinginkan antena bekerja pada *return loss* >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

2.1 Saluran Mikrostrip (*Microstrip Line*)

Menurut [6], saluran mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah strip yang terhubung langsung dengan *patch* antena 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 (ϵ_r). Salah satu parameter utama untuk saluran mikrostrip ialah

impedansi karakteristiknya (Z_0) yang bergantung pada lebar dan tebal substrat. Secara umum, rumus untuk saluran mikrostrip ialah sebagai berikut:[6]

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1+12d/W}} \right] \quad (1)$$

dengan ϵ_r adalah konstanta dielektrik substrat, d adalah tebal substrat dan W adalah lebar strip atau *feed line*. Sementara untuk mencari nilai impedansi karakteristiknya (Z_0), maka dengan rumus persamaan berikut:[6]

$$Z_0 = \begin{cases} \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left(\frac{8d}{W} + \frac{W}{4d} \right) & \text{Untuk } W/d \leq 1 \\ \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_r} \left[\frac{W}{d} + 1.393 + 0.667 \ln \left(\frac{W}{d} + 1.444 \right) \right]} & \text{Untuk } W/d \geq 1 \end{cases} \quad (2)$$

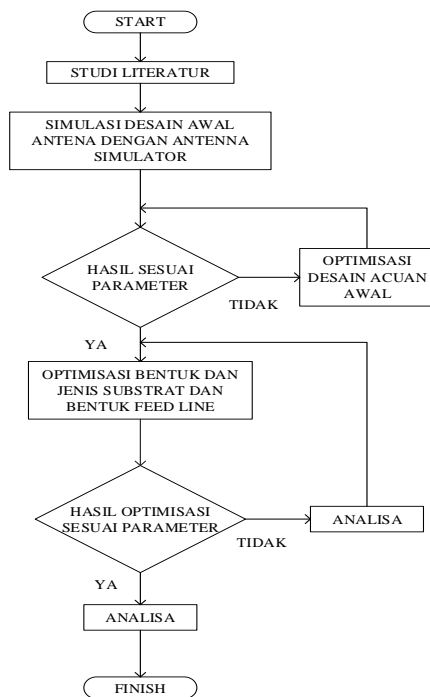
Sementara, jika diketahui nilai impedansi karakteristiknya, maka untuk rasio W/d dari *feed line* menggunakan rumus berikut [6]:

$$\frac{W}{d} = \begin{cases} \frac{8e^A}{e^{2A}-2} \\ \frac{2}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r-1}{2\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \right] \end{cases} \quad (3)$$

dengan rumus yang pertama untuk rasio $W/d \leq 1$, dan rumus yang kedua untuk rasio $W/d \geq 1$.

2.2 Diagram Alir (Flowchart)

Diagram alir optimisasi antenna mikrostrip dengan frekuensi *dual band* dapat dilihat pada Gambar 2.



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.

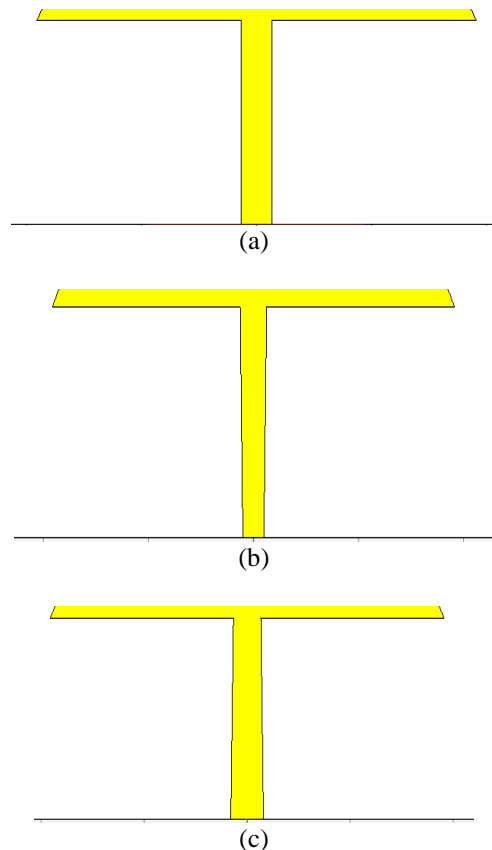
Tabel 1. Parameter Antena

Parameter	Nilai Parameter
<i>Return loss</i>	>10 dB
Frekuensi Resonansi Awal (<i>Band 1</i>)	2,4 GHz
<i>Gain Antena</i>	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:

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



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

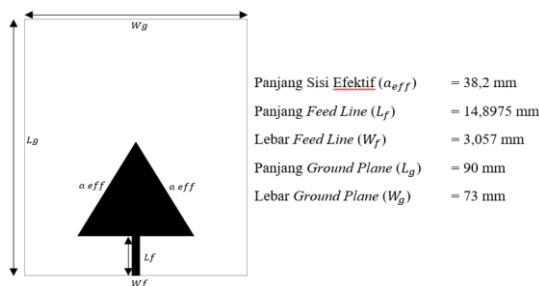
b) Optimisasi terhadap jenis substrat pada *feed line* antenna, dimana substrat akan diubah berdasarkan konstanta dielektrik (ϵ_r) yang terbesar hingga terkecil, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

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 antenna acuan awal untuk penelitian ini adalah antenna mikrostrip dengan berbentuk *patch* segitiga, dengan parameter desain awal antenna mikrostrip dapat seperti yang dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Antena Mikrostrip *Patch* Segitiga dan Parameter Dimensi

Sementara untuk hasil pada desain acuan awal antenna mikrostrip segitiga dengan frekuensi *dual band* terdiri dari band 1 dan band 2 yang parameteranya tertera pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Parameter Antena Acuan Awal

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

3 HASIL OPTIMISASI FEED LINE

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

Tabel 4 Optimisasi desain antenna untuk FR4

Jenis <i>feed line</i>	Lebar Feed (mm)	Panjang Feed (mm)	Daerah Center				Bandwidth		Gain		Directivity	
			Frek. Center		Return loss		Band 1	Band 2	Band 1	Band 2	Band 1	Band 2
			Band 1 (GHz)	Band 2 (GHz)	Band 1 (dB)	Band 2 (dB)	(MHz)	(MHz)	(dBi)	(dBi)	(dBi)	(dBi)
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 <i>feed line</i>	Lebar Feed (mm)	Panjang Feed (mm)	Daerah Center				Bandwidth		Gain		Directivity	
			Frek. Center		Return loss		Band 1	Band 2	Band 1	Band 2	Band 1	Band 2
			Band 1 (GHz)	Band 2 (GHz)	Band 1 (dB)	Band 2 (dB)	(MHz)	(MHz)	(dBi)	(dBi)	(dBi)	(dBi)
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	1,02	4,04	7,02	9,97

Tabel 6 Optimisasi desain antenna untuk *Duroid* RT5880

Jenis <i>feed line</i>	Lebar <i>Feed</i> (mm)	Panjang <i>Feed</i> (mm)	Daerah <i>Center</i>				<i>Bandwidth</i>		<i>Gain</i>		<i>Directivity</i>	
			Frek. <i>Center</i>		<i>Return loss</i>		<i>Band</i>	<i>Band</i>	<i>Band</i>	<i>Band</i>	<i>Band</i>	<i>Band</i>
			<i>Band</i>	<i>Band</i>	<i>Band</i>	<i>Band</i>	1	2	1	2	1	2
			1 (GHz)	2 (GHz)	1 (dB)	2 (dB)	(MHz)	(MHz)	(dBi)	(dBi)	(dBi)	(dBi)
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, Contohnya pada bentuk normal di *FR4* yang memiliki *return loss band* 1 15,47 dB, sedangkan bentuk normal di *Taconic* memiliki *return loss band* 1 14,56 dB.

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. Contohnya pada bentuk normal di *Taconic* yang memiliki selisih *return loss* pada *band* 2 sekitar 1 dB, dibandingkan bentuk Standar di *FR4*.

Untuk desain *feed line* bentuk normal memiliki selisih *bandwidth* kedua *band* yang lebih kecil yaitu yang terkecil sebesar 1,43 MHz. 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, Contohnya pada bahan *Taconic* dengan *gain* antenna 3,809 dB pada *band* 2.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, maka diperoleh bahwa dari ketiga bentuk *feed line* yang diuji coba, bentuk mengecil meningkatkan nilai *return loss* sebesar 1-2 dB, *gain* sebesar 0,1 dBi dan *bandwidth* pada *band* 2 dibanding bentuk lain. Sementara bentuk normal mengecilkan selisih nilai *bandwidth band* 1 dan *band* 2 ke lebih kecil (sebesar 1,43 MHz).

Kemudian jika berdasarkan ketiga bahan substrat yang diuji coba, bahan *Taconic* meningkatkan nilai *return loss* dan *bandwidth* di *band* 2 dan *gain* sebesar 0,1 dBi 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.

Jika dilihat dari nilai permitivitas relatif substrat, semakin kecil nilai permitivitas relatif (ϵ_r) dari suatu jenis substrat, maka ukuran *feed line* antenna

mikrostrip segitiga akan semakin besar, frekuensi tengah, frekuensi *lower* dan *upper* antenna akan bergeser ke arah frekuensi yang lebih tinggi, *bandwidth band* 1 menyempit dan *bandwidth band* 2 melebar.

Sementara, 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] Habimana, Jean & Urimubenshi, Felix & Goodwill, Kumar & Singh, Sandeep & Sharma, Sachin. (2015). Dual Band Triangle Microstrip Patch Antenna with π shape Defected Ground Structure. Accessed on: 25 November 2019. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/302028458_Dual_Band_Triangle_Microstrip_Patch_Antenna_with_p_shape_Defected_Ground_Structure
- [2] R. Gopalakrishnan and N. Gunasekaran, "Design of equilateral triangular microstrip antenna using artificial neural networks," IWAT 2005. IEEE International Workshop on Antenna Technology: Small Antennas and Novel Metamaterials, 2005., Singapore, 2005, pp. 246-249.
- [3] R.A Ariantono, Juli 2019." Efek Slot Pada Antena Mikrostrip Triangular Dual Band Dengan Frekuensi Antena Awal 2,4 GHz". Telkom University. Bandung.
- [4] E.Aravindraj, K. Ayyappan, dkk, "Performance Analysis Of Rectangular MPA Using Different Substrate Materials For WLAN Application", ICTACT Journal On Communication Technology, vol. 08, no.1, pp. 1448-1452, Maret, 2017.
- [5] 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.
- [6] Pozar, David M., "Microwave Engineering:
Fourth Edition": United States Of America.
John Wiley & Sons, Inc, 2012.