

ANTENA MIKROSTRIP BENTUK-G *MONOPOLE PITA-GANDA* UNTUK LTE 1,8 DAN 2,1 GHZ

DUALBAND G-SHAPED MONOPOLE MICROSTRIP ANTENNA FOR LTE 1.8 AND 2.1 GHz

Irfan Ridho Fikri¹, Dr Ir. Heroe Wijanto, M.T², Dr.Ir. Yuyu Wahyu, M.T³

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

³Pusat Penelitian Elektronika Telekomunikasi (PPET) LIPI

¹irfanridhofikri@student.telkomuniversity.ac.id, ²heroewijanto@telkomuniversity.ac.id, ³yuyu@ppet.lipi.go.id

Abstrak

Salah satu aplikasi antenna mikrostrip adalah untuk mendukung sistem komunikasi nirkabel LTE, karena frekuensi operasi sistem tersebut dialokasikan cukup tinggi, sehingga dapat dibuat antenna mikrostrip dengan dimensi yang memadai untuk penerapannya

Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan, simulasi dan realisasi antenna dengan memodifikasi antenna monopole berbentuk G yang akan menghasilkan dual frekuensi untuk diaplikasikan pada LTE.

Dalam tugas akhir yang berjudul "Antena mikrostrip bentuk-G *monopole* pita-ganda untuk LTE 1,8 dan 2,1 GHz" perancangan antenna menggunakan catuan mikrostrip *linefeed* dan dilakukan analisis dengan CST *Studio Suite* dengan spesifikasi *return loss* ≤ -10 db, *VSWR* ≤ 2 , *bandwidth* 60 MHz dan 70 MHz, *gain* ≤ 3 dBi, pola radiasi omnidireksional dan polarisasi linier. Bahan yang digunakan untuk substrat adalah FR-4. Antena yang dihasilkan mempunyai polarisasi linier dengan pola radiasi omnidireksional yang bekerja pada frekuensi 1,8 dan 2,1 GHz. Dengan *bandwidth* pada frekuensi 1,8 GHz sebesar 121,3 MHz dan pada frekuensi 2,1 GHz sebesar 312,5 GHz. Gain yang dihasilkan pada perancangan antenna bentuk G ini pada frekuensi 1,8 GHz adalah sebesar 0,9521 dB sedangkan pada frekuensi 2,1 GHz gain yang dihasilkan sebesar 1,325 dB.

Kata kunci: Antena, Mikrostrip, Monopole, Compact G Shape, LTE (Long Term Evolution)

Abstract

One of the applications the antenna mikrostrip is to support LTE wireless communication system, because the system operation frequency allocated is quite high, so that the antenna can be made mikrostrip with adequate dimensions to its application.

This research has been done on the design, simulation and realization of antenna by modifying the antenna-shaped monopole G which will generate a dual frequency for applied on LTE.

In the final project, with the title "dual band G-shaped monopole mikrostrip antenna for LTE 1.8 GHz and 2.1 GHz" antenna design using mikrostrip supply *linefeed* and done analysis with CST *Studio Suite* with specifications *return loss* ≤ -10 db, *VSWR* ≤ 2 , *bandwidth* 60 MHz and 70 MHz, *gain* ≤ 3 dBi, omnidireksional radiatio pattern and linear polarization. The materials used for the substrate is FR-4. The resulting antenna has a linear polarization with omnidireksional radiation pattern that works on a frequency of 1.8 and 2.1 GHz frequency bandwidth. with 1.8 GHz of 121,3 MHz and on the frequency of 2.1 GHz amounted to 312,5 GHz. the resulting Gain on design of antenna shapes the G at the frequency of 1.8 GHz is 0.9521 dB while the 2.1 GHz frequency generated gains of 1.325 dB

Keywords: Antenna, Mikrostrip, Monopole, Compact G Shape, LTE

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi informasi dibutuhkan komunikasi data nirkabel berkecepatan tinggi untuk ponsel dan terminal data. Long Term Evolution (LTE) merupakan standar untuk meningkatkan kapasitas dan jaringan saat ini. Antena yang dibutuhkan untuk jaringan LTE ini adalah antenna yang mampu menghasilkan polarisasi omnidireksional. Antena yang cocok dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk perangkat ini adalah antenna mikrostrip, dimana antenna mikrostrip memiliki dimensi yang kecil dan sangat mudah penempatannya sehingga antenna ini cocok diaplikasikan pada LTE.

Pada penelitian ini akan dirancang dan direalisasikan antenna mikrostrip dual band untuk diaplikasikan di LTE pada akses point. Antena mikrostrip dipilih karena kelebihanannya yaitu memiliki masa ringandan mudah untuk di fabrikasi. Meskipun demikian antenna mikrostrip memiliki kelemahan yang terletak pada bandwidth yang sempit. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan antenna mikrostrip berbentuk G yang akan menghasilkan dua frekuensi yaitu 1,8 dan 2,1 GHz. Yang dimana itu adalah ketetapan frekuensi LTE.

2. DASAR TEORI

2.1 ANTENA MIKROSTRIP

Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang berbentuk papan tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang tinggi diatas 100 MHz [3]. Mikrostrip berasal dari kata *micro* (sangat kecil) dan *strip* (potongan/bilah). Jadi antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai antena yang memiliki bentuk seperti potongan/bilah yang ukurannya sangat kecil [4]. Secara umum antena mikrostrip terdiri dari 3 bagian yaitu *patch*, *substrat*, dan *ground plane*

Gambar 2.1 Struktur Antena Mikrostrip[4]

2.2 RUMUS DASAR MIKROSTRIP

Untuk mengetahui nilai masing-masing dari konstanta dielektrik efektif (ϵ_{reff}), lebar *patch* (W), panjang efektif *patch* (ΔL), dan panjang *patch* (L) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [4].

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (2-1)$$

dengan:

ϵ_{reff} = konstanta dielektrik efektif (F/m)

ϵ_r = konstanta dielektrik bahan (F/m)

h = tinggi bahan *substrat* (mm)

W = lebar *patch* (mm)

$$h \leq \frac{0,3 \cdot c}{2\pi \cdot f_r \cdot \epsilon_r} \quad (2-2)$$

dengan :

h = ketebalan *substrat* (m)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

f_r = frekuensi kerja (Hz)

ϵ_r = konstanta dielektrik bahan (F/m)

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad (\text{m}) \quad (2-3)$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\epsilon_r} \quad (\text{m}) \quad (2-4)$$

$$W = \frac{c}{2 \cdot f_r} \cdot \frac{2}{\epsilon_r + 1} \quad (2-5)$$

dengan :

- W = panjang elemen radiasi (mm)
 f_r = frekuensi kerja pada antenna (Hz)
 ϵ_r = konstanta dielektrik bahan (F/m)

$$L = \frac{c}{2 \cdot f_r \cdot \epsilon_{\text{reff}}} - 2 \cdot \Delta L \quad (2-6)$$

$$\Delta L = 0,412 \cdot h \cdot \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2-7)$$

dengan :

- L = lebar elemen radiasi (mm)
 ϵ_{reff} = konstanta dielektrik efektif (F/m)
 h = ketebalan bahan (mm)
 W = panjang elemen radiasi (mm)
 f_r = frekuensi kerja pada antenna (Hz)
 c = kecepatan cahaya di ruang bebas ($3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

2.3 ANTENA G-SHAPED

Antena bentuk G merupakan antenna dengan teknik monopole pada patch antenna [2]. Bentuk patch G merupakan hasil modifikasi (pengubahan panjang dan lebar) dan penggabungan unsur vertikal dan horizontal sehingga bisa menghasilkan dual frekuensi pada antenna. Frekuensi 1.8 GHz dipengaruhi oleh bentuk modifikasi vertikal dari patch antenna dan frekuensi 2.1 GHz dipengaruhi oleh modifikasi horizontal dari patch antenna seperti Gambar 2.1.

a b

Gambar 2.1 Dual Band Antena (a) 1.8 GHz dan (b) 2.1 GHz ^[2]

Pada tugas akhir ini antena akan dimodifikasi bentuk patch dan groundplane nya sehingga mampu menghasilkan antena yang dapat bekerja pada 2 frekuensi berbeda dan juga memiliki bandwidth yang lebih lebar dan gain yang besar.

2.4 PENGARUH TINGGI GROUNDPLANE (Ground_tinggi)

Tinggi groundplane mempengaruhi luas daerah yang menyebabkan perubahan nilai kapasitansi sehingga terjadi pergeseran frekuensi. Dengan menggunakan persamaan ^[4].

Dimana:

: permitivitas ruang hampa = $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$

: permitivitas relative bahan

: luas *groundplane*

: jarak antar konduktor

Tabel 2.1 Frekuensi saat Grounplane diubah

	Panjang Ground (mm)					
	8		9		10	
	1.8	2.1	1.8	2.1	1.8	2.1
Frekuensi (GHz)	1.7981	2.0928	1.795	2.0872	1.7935	2.0806
Return loss (dB)	-13.741	-11.39	-13.84	-11.79	-13.156	-12.236

3. PERANCANGAN SISTEM

3.1 PENENTUAN SPESIFIKASI PERANCANGAN ANTENA

Spesifikasi dalam perancangan antena mikrostrip bentuk-G dual band pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Antena

Frekuensi Pita	1.7219 – 1.8432 GHz & 1,955 – 2.267 GHz
Frekuensi Tengah	1.8 GHz & 2.1 GHz
VSWR	≤ 2
Pola Radiasi	Omnidireksional
Polarisasi	Linier
Gain	≤ 3 dBi
Bandwidth	60 MHz & 70 MHz
Impedansi	50 Ω

3.2 SIMULASI DAN OPTIMASI ANTENA BENTUK-G DUAL BAND

Setelah menghitung semua parameter penting pada antena, langkah yang harus dilakukan adalah melakukan simulasi dari hasil perhitungan di software CST Studio Suite. Jika hasil belum mencapai spesifikasi yang ditentukan, maka optimasi dilakukan sampai hasil yang didapat sesuai spesifikasi yang diinginkan.

Dari hasil optimasi akhir dihasilkan *dual band* dengan rentang frekuensi 1,7219-1,843 GHz & 1,955-2,267 GHz dan *return loss* sebesar -11,89 dB pada frekuensi 1,8 GHz dan -12,141 dB pada frekuensi 2,1 GHz. Bandwidth yang dihasilkan pada rentang frekuensi 1,7219 – 1,8432 adalah 121,3 MHz dan rentang frekuensi 1,955 – 2,2675 menghasilkan bandwidth 312,5 MHz. *Gain* yang dihasilkan adalah 0,9521 dB dan 1,325 dB dengan pola radiasi omnidireksional dan polarisasi Elips. Berikut ini hasil simulasi yang dilakukan pada *software CST Studio Suite*.



Bdwidth 1.8 GHz
 $1.8432 - 1.7219 = 0.1213$

Bandwidth 2.1 GHz
 $2.2675 - 1.955 = 0.3125$

Gambar 3.2 Hasil Simulasi VSWR dan Bandwidth

Gambar 3.3 Gain 1,8 GHz

Type	Farfield
Approximation	enabled((R_u,1)
Monitor	ratfield(f=2.1)111
Component	Abs
Output	Realized Gain
Frequency	2.1 GHz
Rad.effic.	-0.5431 dB
TotalGain	-0.9168dBS
nzrtGain	1.325d9

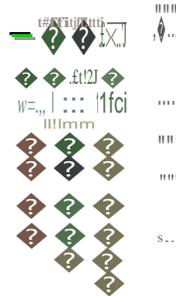
1. 33
0. 911
0. 065
0. 414
0. 166
-7. 42
-9. 67
-16. 9
-24. 2
-31. 4
-38. 7

Gambar 3.4 Gain 2,1 GHz

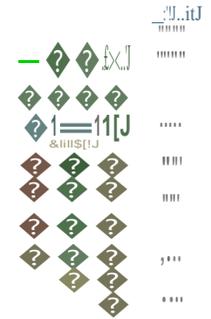
4. HASIL PERANCANGAN

4.1 REALISASI DAN ANALISIS PENGUKURAN ANTENA MIKROSTRIP BENTUK-G

Pengukuran VSWR yang dihasilkan menunjukkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi awal, yaitu ≤ 2 . Namun hasil yang didapatkan berbeda dari hasil simulasi sebelumnya. Dari hasil pengukuran yang didapat terlihat VSWR pada frekuensi kerja 1,8 GHz yang ditunjukkan oleh marker “2” adalah 1,683 dan pada frekuensi 2,1 GHz yang ditunjukkan oleh marker “5” adalah 1.47. Hal ini juga dipengaruhi oleh ketidaksempurnaan proses fabrikasi dan penyolderan konektor pada PCB yang mengakibatkan perubahan nilai VSWR yang cukup signifikan namun masih dapat diterima karena nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi awal. Dari hasil pengukuran VSWR ini juga bisa didapat nilai bandwidth pada antenna dimana dilihat dari marker “1” & “3” rentang frekuensi 1,8 GHz memiliki bandwidth sebesar 122 MHz sedangkan dilihat dari marker “4” & “6” rentang frekuensi 2,1 GHz memiliki bandwidth sebesar 312 MHz.



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran VSWR dan Bandwidth



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran Return loss



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Impedansi

Dalam pengukuran gain antenna digunakan metode antenna identik yaitu dua buah antenna yang sama dengan frekuensi kerja yang sama pula akan diuji bersamaan. Prosedur pengukuran gain sama halnya dengan pengukuran pola radiasi dan polarisasi. Namun, hanya sudut pandang yang diamati saja yang berbeda. Dengan menggunakan analisis link budget, maka untuk persamaan berikut berlaku:

$$Prx = Ptx - Lftx + Gtx - LFS + Grx - Lfrx$$

$$Gtx + Grx = Prx - Ptx + Lftx + Lfrx + LFS \tag{4-1}$$

$$LFS = \text{Loss Free Space} = 92.45 + 20 \log f \text{ (GHz)} + 20 \log d \text{ (km)} \text{ (dB)}$$

Keterangan:

- Ptx = Power Transmit (dBm)
- Prx = Power Receive (dBm)
- $Lftx$ = Loss Feeder in Transmitter (dB)
- $Lfrx$ = Loss Feeder in Receiver (dB)
- d = jarak pengukuran
- Gtx = Gain Transmitter (dBi)
- Grx = Gain Receiver (dBi)

Tabel 2. Hasil Pengukuran Gain

Frekuensi (GHz)	Gain Rata-Rata (G2)
1.8	-3.709 dBi
2.1	-2.0145 dBi

4.3 RANGKUMAN ANALISIS PERBANDINGAN HASIL SPESIFIKASI

Tabel 3. Perbandingan Simulasi dan Realisasi

Parameter	Simulasi		Pengukuran		Spesifikasi	
	1.8	2.1	1.8	2.1	1.8	2.1
Return loss	-11.89	-12.141	-11.877	-11.302	≤ 10 dB	
VSWR	1.577	1.656	1.688	1.747	≤ 2	
Bandwidth	121.3	312.5	122	312	≥ 100 MHz	
Gain	0.125	0.868	-3.709	-2.0145	≤ 3 dBi	
Impedansi	76.4	70.851	31.777	42.112	50 Ω	
Pola Radiasi	Omnidireksional	Omnidireksional	Omnidireksional	Omnidireksional	Omnidireksional	
Polarisasi	Linier	Linier	Sirkular	Elips	Linier	

Berdasarkan tabel diatas terjadi penurunan nilai parameter pada saat pengukuran, ini disebabkan oleh fabrikasi dari antenna yang kurang presisi dikarenakan sulitnya dalam fabrikasi tersebut karena sangat membutuhkan ketelitian yang tinggi mengingat fabrikasi masih dilakukan secara manual oleh tangan manusia mengakibatkan bergesernya dimensi dari antenna yang telah disimulasikan tersebut.

Dari tabel diatas, kita melihat bahwa gain yang dihasilkan pada simulasi memiliki perbedaan dengan gain yang dihasilkan dari pengukuran realisasi antenna. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- Kondisi antenna mikrostrip identik yang kurang ideal.
- Kondisi pengukuran yaitu Laboratorium Antena yang kurang ideal

- Kesalahan pembacaan level daya yang sangat mungkin terjadi akibat fluktuasi daya terima yang terukur di spectrum analyzer
Namun untuk hasil pengukuran gain pada antenna ini masih cukup bagus dimana masih melebihi dari spesifikasi yang ditentukan.



Gambar 4.4 Analisis Perbandingan Pengukuran dan Simulasi

5. KESIMPULAN & SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. *Bandwidth* yang dihasilkan sudah memenuhi spesifikasi dan sudah cukup untuk rentang kerja dimana pada 1.8 GHz = 122 MHz dan 2.1 GHz = 312 MHz dan dapat diaplikasikan di eNodeB.
2. Antena memiliki *gain* yang sesuai dengan spesifikasi di kedua frekuensi pada 1.8 GHz yaitu -3.709 dBi dan pada 2.1 GHz yaitu -2.0145 dBi.
3. Panjang *groundplane* yang digunakan adalah 39 mm agar sesuai di frekuensi 1.8 GHz dan 2.1 GHz.
4. *VSWR* yang didapat pada simulasi tidak jauh berbeda dengan *VSWR* yang di realisasikan. Hasil yang didapatkan dari pengukuran, yaitu *VSWR* pada 1.8 GHz dengan nilai sebesar 1.688. Sedangkan *VSWR* pada frekuensi 2.1 GHz menunjukkan hasil 1.747.
5. Hasil simulasi parameter seluruh antenna perancangan telah memenuhi spesifikasi sistem namun hasil pengukuran tidak seluruhnya memenuhi spesifikasi.

5.2 SARAN

1. Pengukuran dilakukan di *anechoic chamber*, sehingga hasil pengukuran dapat sebanding dengan hasil simulasi.
2. Sebaiknya tidak sembarang untuk memilih jenis connector karena sangat dapat mempengaruhi hasil pengukuran.
3. Pemilihan bahan sangat mempengaruhi hasil pengukuran realisasi antenna, misalnya bahan yang memiliki permittivitas reaktif lebih kecil 2.2 yaitu *duroid*, karena bahan yang bagus akan menghasilkan antenna yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indrawan. (n.d.). *Antena Microstrip*. Retrieved April 3, 2017, from Scribd: <https://www.scribd.com/doc/45977142/Antena-Microstrip>
- [2] Bowick, C. (1997). *RF Circuit Design*. Newnes
- [3] J.R. James and P.S. Hall. , "Handbook of Microstrip Antennas", London: United Kingdom, 1989. [4] David M. Pozar, Daniel H. Schaubert, "Microstrip Antennas: The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays", John Wiley & Son, inc, 1995.A

