

Antena Mikrostrip *Rectangular* 5G Terintegrasi dengan *Low Noise Amplifier* dengan Metode *Defected Ground Structure*

1st Muhammad Rafly Rizky

Ferbiansyah

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

muhammadraflyrf@telkomuniversity.a
c.id

2nd Levy Olivia Nur

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

levyolivia@telkomuniversity.ac.id

3rd Edwar

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

edwar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi sekarang ini sangat pesat, salah satunya adalah teknologi 5G sebagai generasi kelima dalam sistem komunikasi seluler setelah 4G. Teknologi 5G dapat mengirimkan informasi atau data dengan cepat. Data pada teknologi 5G dapat dikirimkan melalui gelombang radio. Antena adalah perangkat yang digunakan pada komunikasi radio yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima gelombang yang berisikan informasi. Salah satu contoh jenis antena yang dapat digunakan untuk teknologi 5G adalah antena mikrostrip karena memiliki dimensi yang relatif kecil, tipis, dan ringan. Kekurangan dari antena mikrostrip adalah parameter gain relatif kecil daripada jenis antena yang lain. Salah satu solusi untuk meningkatkan parameter yaitu penambahan komponen penguat pada antena yang berfungsi untuk penguatan sinyal pada antena. Perhitungan ukuran dimensi dan desain antena yang tepat dapat membantu peningkatan gain yang sesuai dengan kebutuhan. Pada proyek tugas akhir ini menjelaskan cara meningkatkan gain dengan penambahan komponen penguat pada antena mikrostrip.

Kata kunci— antena 5G, mikrostrip, gain.

I. PENDAHULUAN

Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang memiliki dimensi yang relatif kecil, tipis, dan memiliki berat tipis dan ringan. Antena mikrostrip cenderung memiliki gain yang kecil dikarenakan dimensinya yang kecil. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat tambahan yang dapat menjadi penunjang sebuah antena mikrostrip agar dapat memenuhi spesifikasi teknologi antena yang mampu bekerja pada frekuensi 3,5 GHz untuk teknologi 5G, sehingga mampu didapatkan spesifikasi gain yang diinginkan dengan tetap dapat mempertahankan ukurannya yang compact.

II. KAJIAN TEORI

A. Skenario Penggunaan

Antena mikrostrip yang dibuat memiliki frekuensi kerja 3,5 GHz. Antena mikrostrip yang dibuat terintegrasi dengan penguat pada bagian *groundplane* antena yang bertujuan untuk peningkatan gain.

B. Spesifikasi

Frekuensi yang dilakukan pada pengamatan ini yaitu diamati dengan rentang 2-4 GHz, dengan target frekuensi kerja 3,5 GHz. Bahan substrat yang digunakan antena adalah FR-4 epoxy dan *copper* menjadi bahan yang digunakan pada bagian patch dan *groundplane*

TABEL 2.1
Spesifikasi Antena

No	Parameter	Rincian
1.	Frekuensi Kerja	3,5 GHz
2.	Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>
3.	<i>Gain</i>	Min. 3 <i>dBi</i>
4.	<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB
5.	<i>Bandwidth</i>	> 100 MHz
6.	VSWR	$1 \geq \text{VSWR} < 2$
7.	Konstanta dielektrik substrat	4,3
8.	Ketebalan Substrat	1,6 mm
9.	Ketebalan tembaga	0,035 mm

III. METODE

Antena mikrostrip dibuat menggunakan metode pencatutan *feed line*. Penambahan metode DGS (*Defected Ground Structure*) atau pemotongan bagian *groundplane* antena bertujuan untuk memberikan ruang kosong untuk penguat yang akan terintegrasi dengan antena mikrostrip.

A. Perhitungan Dimensi Antena

Pada pengimplementasian antena mikrostrip, diperlukan penentuan dimensi dan bentuk awal antena untuk perancangan. Penentuan dimensi dilakukan dengan perhitungan untuk menentukan dimensi antena mikrostrip pada frekuensi 3,5 GHz.

1. Perhitungan lebar *patch*.

$$W_p = \frac{c}{2 f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (3.1)$$

$$W_p = 26,326 \text{ mm}$$

Dimana,

$$W_p = \text{Lebar patch} \quad f_r = \text{Frekuensi Kerja}$$

$$C = \text{Kecepatan Cahaya} \quad \epsilon_r = \text{Konstanta Dielektrik}$$

2) Perhitungan panjang patch (L_p)

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L \quad (3.2)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2 f_r \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3.3)$$

Dimana,

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right]$$

$$\epsilon_{eff} = 3,904$$

$$L_{eff} = 21,69$$

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{w}{h} + 0,8 \right)}$$

$$\Delta L = 0,736$$

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L$$

$$L_p = 20,218 \text{ mm}$$

3) Perhitungan panjang ground plane

$$L_g = 6h + L_p \quad (3.4)$$

$$L_g = 6(1,6) + 20,218 = 29,818 \text{ mm}$$

4) Perhitungan lebar ground plane

$$w_g = 6h + w_p \quad (3.5)$$

$$w_g = 35,926 \text{ mm}$$

5) Perhitungan lebar feed (W_f)

$$w_f = \frac{2h}{\pi} x \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} x \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (3.6)$$

Dimana,

$$B = \frac{60\pi^2}{z_0 \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60\pi^2}{50\sqrt{4,3}} = 5,711$$

Sehingga,

$$w_f = 3,11 \text{ mm}$$

6) Perhitungan panjang feed

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (3.7)$$

Dimana,

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3.8)$$

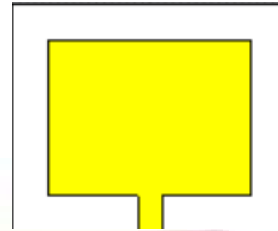
$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad (3.9)$$

$$\lambda_g = 43,378 \text{ mm} \quad \text{dan} \quad \lambda_0 = 85,71 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$L_f = 10,844 \text{ mm}$$

B. Desain antenna



GAMBAR 3.1
Antena Mikrostrip

Simulasi desain antenna microstrip dilakukan setelah melakukan perhitungan. Parameter antenna dimensi awal pada Tabel (3.1)

TABEL 3.1
Dimensi Awal Antena

Parameter	Nilai
Lebar patch (W_p)	26,326 mm
Panjang patch (L_p)	20,218 mm
Lebar ground plane (W_g)	35,926 mm
Panjang ground plane (L_g)	29,818 mm
Lebar Feed (W_f)	3,11 mm
Panjang Feed (L_f)	10,844 mm
Ketebalan substrat (h)	1,6 mm

Setelah dilakukan simulasi antenna dimensi awal, parameter antenna yang didapatkan belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan optimasi agar didapatkan parameter antenna yang dibutuhkan. Parameter dimensi antenna yang telah optimasi pada Tabel (3.2)

TABEL 3.2
Parameter Antena Optimasi

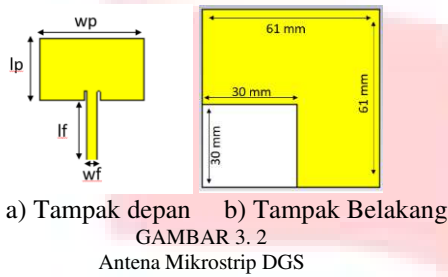
Parameter	Nilai
Panjang patch (L_p)	19,7 mm
Lebar Patch (W_p)	29,735 mm
Lebar ground plane (W_g)	38,14 mm
Panjang ground plane (L_g)	38,14 mm
Lebar Feed (W_f)	3,28 mm
Panjang feed (L_f)	19,07 mm
ketebalan substrat (h)	1,6 mm

Gap insert feed (Gap)	1 mm
Panjang insert feed (L_{gap})	4 mm

Bandwidth (MHz)	178	172	80,1
Frekuensi (GHz)	3,360	3,512	3,456

C. Antena DGS

Antena yang telah di optimasi, dilakukan penambahan metode DGS yang berguna untuk tempat pemasangan penguat LNA. Pada perancangan antenna dengan penguat, terjadi perubahan dimensi antenna. Berikut dimensi antenna yang akan terintegrasi dengan penguat.



TABEL 3. 1
Parameter Antena DGS

Parameter	Nilai
Panjang patch (L_p)	20,6 mm
Lebar Patch (W_p)	34,4 mm
Lebar ground plane (W_g)	61 mm
Panjang ground plane (L_g)	61 mm
Lebar Feed (W_f)	3,4 mm
Panjang feed (L_f)	19,07 mm
ketebalan substrat (h)	1,6 mm
Gap insert feed (Gap)	0,9 mm
Panjang insert feed (L_{gap})	2,9 mm

D. Perbandingan Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi didapatkan perbandingan parameter antenna dari antenna awal, antenna yang telah optimasi, dan antenna dengan DGS (*Defected Grounded Structure*). Pada **Tabel 3.4** menunjukkan perbandingan dari hasil simulasi yang dilakukan.

TABEL 3.4
Hasil simulasi

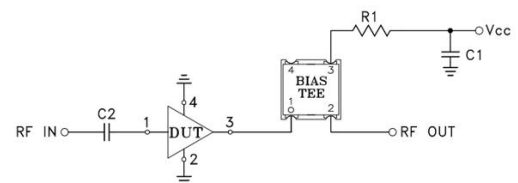
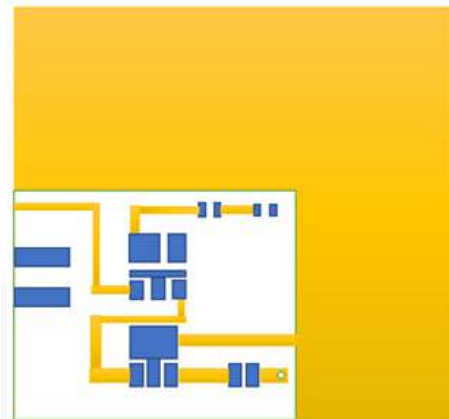
Produk	Antena sebelum optimasi	Antena setelah optimasi	Antena dengan groundplane terpotong
Gain (dBi)	2,698	3,520	0,958
Return Loss (dB)	-13,32	-30,301	-14,783
VSWR	1,54	1,06	1,445

E. Low Noise Amplifier

Low Noise Amplifier akan diintegrasikan dengan antenna mikrostrip DGS (*Defected Ground Structure*) pada bagian *groundplane* antenna mikrostrip. Penambahan komponen *Low Noise Amplifier* bertujuan untuk peningkatan parameter gain dan daya terima pada antenna.

F. Perancangan

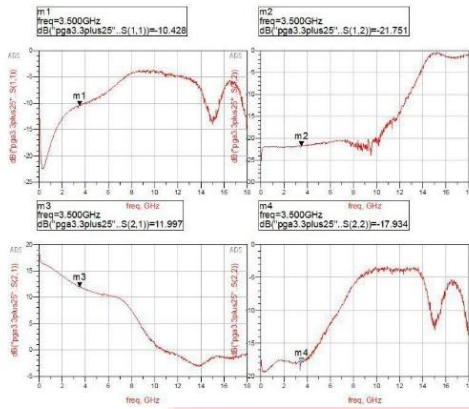
Tahap perancangan yang dilakukan dalam merancang penguat LNA adalah membuat skema jalur penguat pada bagian *groundplane* yang telah dipotong spesifikasi komponen aktif. Komponen aktif yang digunakan adalah PGA-102+ yang dirancang memiliki rentang frekuensi 2-4 GHz. Sebelumnya LNA yang digunakan dilakukan simulasi dengan perangkat lunak *Advance Design System (ADS)*.



TABEL 3.5
Keterangan Komponen

Komponen	Nilai
DUT	PGA – 102+
C1	0.1 uF
C2	0.001 uF
R1	0 Ω, 0,25 W
Bias Tee	Mini circuit TCBT-14+

Dilakukan simulasi untuk mengetahui nilai S-parameter pada PGA -102+ yang digunakan, simulasi dilakukan dengan *software ADS*. Hasil dari simulasi S parameter pada *software ADS* ditunjukkan pada Gambar (3.5).

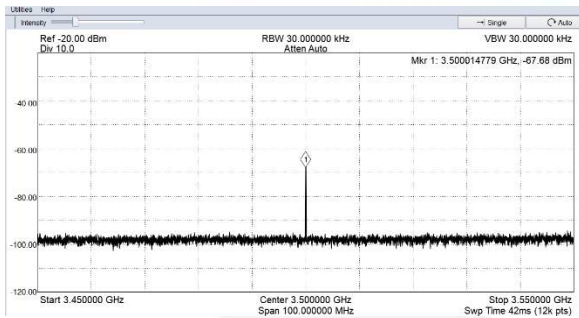


GAMBAR 3.5
Nilai S Parameter

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian antenna dan penguat hasil fabrikasi dilakukan di laboratorium antenna, FTE, Universitas Telkom.

A. Hasil pengujian antenna tanpa LNA



GAMBAR 4.1
Nilai daya terima antenna tanpa LNA

Pada gambar 4.1 merupakan tampilan dari aplikasi spike yang menunjukkan nilai daya terima pada antenna tanpa LNA sebesar -67,68 dBm.

TABEL 4.1
Nilai S_{21} Antena tanpa LNA

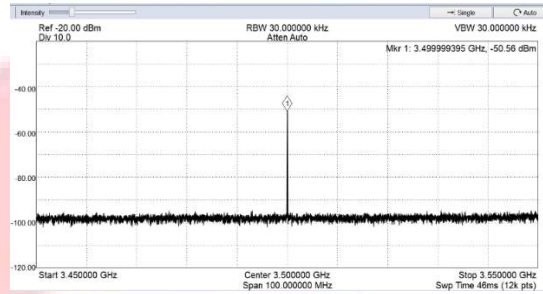
Pengukuran	Nilai S_{21} per 10 detik
1	-40.331
2	-40.982
3	-41.077
4	-40.637
5	-40.837
6	-41.18
7	-40.478
8	-40.59
9	-40.676
10	-40.821
Rata-Rata S_{21}	-40,760

$$G_{rx} = S_{21} - G_{Tx} + L_{Tx} + F_{SL} + L_{Rx} \tag{4.1}$$

$$G_{rx} = -40,760 - 10 + 2,9 + 47,94 + 2,6$$

$$G_{rx} = 2,68 \text{ dBi}$$

Nilai S_{21} rata-rata dari antenna penerima adalah -40,760. Nilai rata-rata yang telah didapatkan dapat dihitung untuk mendapatkan nilai gain dengan persamaan 4.1. Dari persamaan diatas, antenna mikrostrip yang sudah difabrikasi memiliki gain sebesar 2,68 dBi. Hasil pengujian antenna terintegrasi dengan LNA



GAMBAR 4.2
Nilai daya terima antenna dengan LNA

Pada gambar 4.1 menunjukkan daya terima antenna dengan LNA sebesar -50,56 dBm

TABEL 4.2
Nilai S_{21} Antena dengan LNA

Pengukuran	Nilai S_{21} per 10 detik
1	-39,240
2	-40,048
3	-39,539
4	-39,679
5	-39,392
6	-39,549
7	-39,599
8	-39,677
9	-39,720
10	-39,045
Rata-Rata S_{21}	-39,548

$$G_{rx} = S_{21} - G_{Tx} + L_{Tx} + F_{SL} + L_{Rx} \tag{4.2}$$

$$G_{rx} = -39,548 - 10 + 2,9 + 47,94 + 2,6$$

$$G_{rx} = 3,892 \text{ dBi}$$

Rata-rata nilai S_{21} dari antenna dengan LNA adalah -39,548. Nilai rata-rata S_{21} menggunakan persamaan 4.2 dan didapatkan gain sebesar 3,928 dBi.

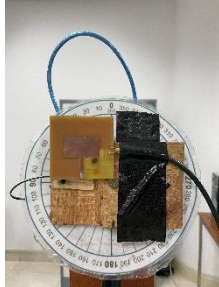
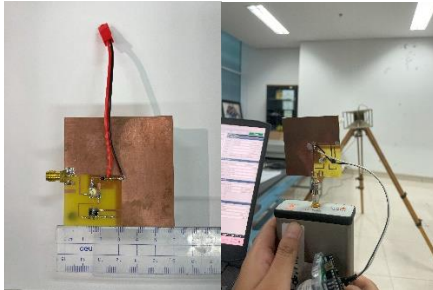
B. Perbandingan Hasil Pengujian

TABEL 4.3
Pengujian Gain dan Daya terima

	Gain (dBi)	Daya terima (dBm)
Antena tanpa LNA	2,68	-67,68
Antena dengan LNA	3,892	-50,56

Pada tabel (4.3) menunjukkan perbandingan pengujian parameter gain dan daya terima antara antena tanpa LNA dengan antena dengan LNA yang menunjukkan antena tanpa LNA memiliki gain dan daya terima yang lebih rendah daripada antena yang telah terintegrasi dengan LNA.

C. Dokumentasi Pengujian



Pengujian dilakukan untuk melihat pengaruh penguat dalam peningkatan parameter gain dan daya terima pada antena yang terintegrasi dengan LNA menggunakan *Vector Network Analyzer* dan *Spectrum Analyzer*. Antena yang telah difabrikasi ditempatkan pada mastig antena yang sebagai antena penerima, sedangkan antena horn digunakan sebagai antena pengirim.

V. KESIMPULAN

Pada proses perancangan antena diperlukan optimasi dengan merubah dimensi antena awal dengan tujuan membuat

parameter antena menjadi lebih baik serta penambahan metode DGS (*Defected Ground Structure*) pada antena berfungsi sebagai tempat penempatan dari *Low Noise Amplifier*. Pada perancangan antena dengan penambahan metode DGS, Parameter antena mengalami penurunan dari antena setelah di optimasi. Hal itu dipengaruhi oleh hilangnya sebagian groundplane antena. Pada proses integrasi antena dengan *Low Noise Amplifier* harus dilakukan pembuatan skema agar *Low Noise Amplifier* dapat bekerja dan memperkuat sinyal kepada antena.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah *Low Noise Amplifier* memiliki pengaruh terhadap peningkatan gain dan daya terima pada antena. Penambahan metode DGS (*Defected Ground Structure*) mengakibatkan perubahan parameter antena dan berfungsi sebagai tempat pengintegrasian antena dengan *Low Noise Amplifier*. Penambahan komponen *Low Noise Amplifier* dapat meningkatkan gain dan daya terima antena. Hal tersebut dapat dilihat pada perbandingan hasil pengujian. Pada hasil pengujian menunjukkan antena tanpa *Low Noise Amplifier* memiliki gain dan daya terima yang lebih kecil daripada antena yang telah terintegrasi dengan *Low Noise*. Pada antena tanpa LNA memiliki gain sebesar 2,68 dBi dan daya terima sebesar -67,68 dBm, sedangkan pada antena yang telah terintegrasi dengan *Low Noise Amplifier* mengalami peningkatan gain menjadi 3,892 dBi dan daya terima sebesar -50,56 dBm. Dengan begitu dapat disimpulkan apabila penambahan komponen *Low Noise Amplifier* dapat meningkatkan parameter gain serta penambahan metode DGS (*Defected Ground Structure*) berguna sebagai tempat dan metode untuk pengintegrasian antena dengan *Low Noise Amplifier*.

REFERENSI

- [1]. Putri, Eufrasia Inti Alphatia, F. T. Program Sarjana Paralel, and U. Indonesia, *Rancangan Bangun Low Noise Amplifier Terintegrasi Dengan Antena Multiple Input Multiple Output, Depok, Indonesia (2014)*
- [2]. Destia Rahmawati, Dr. Heroe Wijanto, Ir., MT., Budi Syihabuddin ST., MT. T. Elektro, and U. Telkom, *Perancangan dan Realisasi Low Noise Amplifier (LNA) 1,265-1,275 GHz Untuk Aplikasi Synthetic Aperture Radar (SAR), Vol.1, No.1 (2014)*
- [3]. Salma Pri Widyastuti, Levy Olivia Nur, Edwar, T. Telekomunikasi, U. Telkom, *Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Rectangular Untuk Sistem LORA Frekuensi 921,5 MHz Dengan Metode Mutiple Layer Substrat (2023)*