

PERBANDINGAN KINERJA ANTENA MIKROSTRIP SUSUN DUA ELEMEN *PATCH* SEGI EMPAT MENGGUNAKAN TEKNIK DGS (DEFECTED GROUND STRUCTURE) DAN TANPA DGS BERBENTUK SEGITIGA SAMA SISI

Meinarty Sinurat, Ali Hanafiah Rambe

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)

Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA

e-mail: meinartysinurat@students.usu.ac.id or meii.sinurat@yahoo.com

ABSTRAK

Antena mikrostrip susun dua elemen yang dikembangkan selama bertahun – tahun salah satunya dengan menerapkan *defected ground structure* (DGS). DGS ini diletakkan pada bidang pentanahan dari *substrat* dengan posisi diantara kedua elemen antena susun. Hal ini dilakukan agar dapat menekan efek *mutual coupling* yang timbul pada antena susun. Tulisan ini membahas perbandingan kinerja antena susun dua elemen tanpa dan dengan DGS. Dari hasil pengukuran antena dengan DGS dibandingkan dengan antena tanpa DGS diperoleh perbaikan VSWR sebesar 31.5%, perbaikan nilai *return loss* sebesar 75% yaitu dari -16.1 dB menjadi -34.04 dB dengan pelebaran *bandwidth* sebesar 94 MHz. Pelebaran *bandwidth* ini diperoleh dari frekuensi kerja 3.32 GHz – 3.45 GHz pada antena tanpa DGS sedangkan pada antena dengan DGS dari 3.24 GHz – 3.48. GHz. Nilai impedansi mendekati nilai impedansi saluran pencatu dari 38.83-j8.37 menjadi 51.97 – j0.03. Hasil ini menunjukkan penerapan DGS bentuk segitiga sama sisi ini mampu meningkatkan kinerja antena dibandingkan tanpa DGS.

Key words: *defected ground structure*, *antenna mikrostrip array*, *segitiga sama sisi*

1. Pendahuluan

Antena mikrostrip umumnya dibentuk *array*, yakni terdiri dari dua buah atau lebih antena tunggal. Pada antena tunggal dan antena *array* sering mengalami gelombang permukaan (*surface wave*), namun pada antena *array* juga timbul efek *mutual coupling* yang terjadi karena ada dua atau lebih buah antena tunggal disusun berdekatan. Efek *mutual coupling* ini berdampak negatif bagi antena karena sebagian dari energi datang dihamburkan kembali ke arah yang berlawanan seperti suatu transmiter yang baru. Namun seiring berkembangnya teknologi ditemukanlah DGS (*Defected Ground Structure*) yang mampu menekan efek *mutual coupling* [1].

DGS merupakan teknik yang dikembangkan untuk menangani efek *mutual coupling* dengan cara meredam gelombang permukaan atau mencegah penghamburan energi datang ke arah yang berbalik.

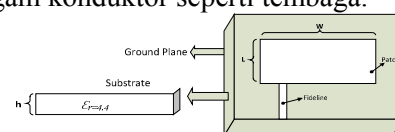
Dengan adanya teknik DGS yang semakin berkembang demi peningkatan performa antena mikrostrip maka dalam skripsi ini penulis ingin membahas analisis antena mikrostrip susun dua elemen yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz menggunakan teknik DGS berbentuk segitiga pada *patch* segi empat.

2. Studi Pustaka

1. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip terdiri dari tiga bagian, yaitu *conducting patch*, *substrat* dielektrik, dan *ground plane*. Bagian-bagian tersebut dapat dilihat seperti Gambar 1 [2].

- Conducting Patch*, *patch* ini terbuat dari logam konduktor seperti tembaga atau emas, dengan ketebalan tertentu. *Patch* terletak diatas substrat yang berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara.
- Substrat Dielektrik*, berfungsi sebagai penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah dibawah *patch*. Bagian ini menggunakan bahan dielektrik dengan dengan permitivitas relatif tertentu.
- Groundplane*, berfungsi sebagai *reflektor* yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan dan terletak pada bagian paling bawah. *Ground plane* memiliki jenis yang sama dengan elemen peradiasi yaitu berupa logam konduktor seperti tembaga.



Gambar 1 Antena Mikrostrip

2. DGS (*Defected ground Structure*)

Defected Ground Structure (DGS) adalah salah satu teknik pengembangan dari EBG (*Electromagnetic Bandgap*) untuk menekan gelombang permukaan yang sering dipakai pada antena mikrostrip. Teknik DGS dilakukan dengan cara menghilangkan (*etch*) sebagian bidang ground. Dengan kata lain, pada bagian ground dari antena mikrostrip dibuat slot. Ada berbagai bentuk DGS seperti bentuk *spiral head*, *arrowhead-slot*, "H" *shape slots*, *dumbbell*, *interdigital* DGS, segitiga, segi empat dan masih banyak lagi yang sedang diteliti dan dibahas.

Teknik DGS ini diharapkan dapat menekan efek *mutual coupling* yang timbul pada antena mikrostrip. *Mutual coupling* adalah suatu efek gandingan yang terjadi pada antena *array*. Salah satu penyebabnya adalah gelombang permukaan, sebagian energi datang pada satu atau kedua elemen antena *array* yang dapat dihamburkan kembali ke arah berbeda seperti suatu transmiter yang baru. Hal ini menyebabkan kontribusi total ke daerah *farfield* tidak hanya tergantung pada eksitasi masing-masing generator (pencatu) antena tapi juga dari eksitasi yang merugikan (parasit) karena *mutual coupling*. Efek ini berpengaruh pada semakin meningkatnya nilai *standing wave* dan koefisien refleksi [2].

3. Parameter Antena Mikrostrip

Ada beberapa parameter yang dianalisa pada tulisan ini diantaranya *Bandwidth*, *Return loss*, *VSWR* dan *Gain*

a. *Bandwidth*

Bandwidth suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi di mana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, polarisasi, *beamwidth*, polarisasi, gain, efisiensi, *VSWR*, *return loss*) memenuhi spesifikasi standar. *Bandwidth* dapat dicari dengan rumus berikut ini [3].

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

f_1 = frekuensi terendah

f_2 = frekuensi tertinggi

f_c = frekuensi tengah

b. *VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)*

Voltage Standing Wave Ratio (*VSWR*) adalah kemampuan suatu antena untuk bekerja pada frekuensi yang diinginkan. Pengukuran *VSWR* berhubungan dengan pengukuran koefisien refleksi dari antena tersebut. Perbandingan level tegangan yang kembali ke pemancar (V_-) dan yang datang menuju beban (V_+) ke sumbernya lazim disebut koefisien pantul atau koefisien refleksi yang dinyatakan dengan simbol " Γ " [3].

$$\Gamma = \frac{V_-}{V_+} \quad (2)$$

Hubungan antara koefisien refleksi, impedansi karakteristik saluran (Z_0) dan impedansi beban/ antena (Z_L) dapat ditulis :

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (3)$$

Harga koefisien refleksi ini dapat bervariasi antara 0 (tanpa pantulan/match) sampai 1, yang berarti sinyal yang datang ke beban seluruhnya dipantulkan kembali ke sumbernya semula. Maka untuk pengukuran *Voltage Standing Wave Ratio* (*VSWR*), dinyatakan sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (4)$$

Besarnya *VSWR* yang ideal adalah 1, yang berarti semua daya yang diradiasikan antena pemancar diterima oleh antena penerima (*match*). Semakin besar nilai *VSWR* menunjukkan daya yang dipantulkan juga semakin besar dan semakin tidak *match*. Dalam prakteknya *VSWR* harus bernilai lebih kecil dari 2 (dua).

c. *Return Loss*

Return loss merupakan besaran daya pantul (faktor refleksi) yang disebabkan oleh tidak *match*nya beban dengan transmission line dalam dB. Besarnya *return loss* sangat tergantung faktor refleksi yaitu perbandingan antara tegangan yang dipantulkan dengan tegangan yang datang dari sumber [4].

$$\Gamma = \left| \frac{V_{ref}}{V_{inc}} \right| \quad (5)$$

Γ = simbol dari faktor refleksi.

V_{ref} = tegangan yang dipantulkan

V_{inc} = tegangan yang datang dari sumber

Besar dari koefisien pantul antara -1 dan +1, -1 menunjukkan bahwa beban dalam keadaan *short circuit* dan +1 menunjukkan

dalam keadaan open circuit. Jika $\Gamma = 0$ maka sistem dalam keadaan match. Hubungan antara return loss dengan faktor refleksi dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut[4]:

$$RL = -20 \log|\Gamma| \quad (6)$$

d. Gain

Gain adalah penguatan atau kemampuan pada antenna yang berhubungan dengan *directivity* dan efisiensi antenna. *power gain* didefinisikan sebagai 4π kali rasio dari intensitas pada suatu arah dengan daya yang diterima antenna, dinyatakan dengan [4] :

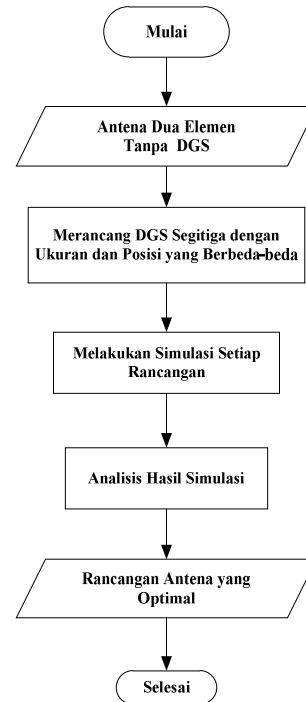
$$G(\theta, \phi) = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_m} \quad (7)$$

3. Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah metode penelitian untuk mendapatkan hasil nilai parameter antenna mikrostrip yang optimal dengan membandingkan antenna tanpa DGS dengan antenna DGS adalah sebagai berikut :

1. Menentukan antenna tanpa DGS dengan *Bandwith* 3.3 – 3.4 GHz.
2. Merancang DGS segitiga sama sisi pada simulator AWR 2004.
3. Mendata ukuran DGS segitiga dengan ukuran yang berbeda-beda pada Simulator.
4. Menentukan ukuran DGS yang optimal.
5. Mendata posisi DGS segitiga dari ukuran DGS yang optimal dengan jarak berbeda-beda pada Simulator.
6. Menentukan ukuran dan posisi DGS yang paling Optimal.
7. Membandingkan nilai parameter antenna dengan DGS dan tanpa DGS

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dapat pula dilihat pada diagram alir yang ada di Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Antena dengan DGS segitiga *sama sisi*

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Antena tanpa DGS

Setelah ukuran *patch* dan pencatu didapat dari rancangan yang telah dibahas oleh Yustandi Ahmad, kemudian disimulasikan pada simulator AWR 2004 maka dihasilkan bentuk antenna mikrostrip tanpa DGS. Nilai parameter antenna tanpa DGS dirangkum di Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Antena Tanpa DGS

Parameter	Nilai
S11	-16.11 dB
VSWR	1.37
Bandwidth	3.285- 3.412 GHz
Impedansi	38.83-j8.37 Ohm
Gain	7.502 dB

Dari Tabel 1 didapat bahwa nilai VSWR didapat dibawah 1.5 telah terpenuhi dengan nilai gain yang cukup tinggi 7.502.

4.2 Analisis Antena dengan DGS

Pada penelitian ini DGS akan dianalisis melalui dua variasi pengukuran yakni pertama dengan mengubah ukuran DGS dari kecil hingga besar dan selanjutnya menganalisis dari perubahan posisi secara vertikal.

4.2.1 Analisis Ukuran DGS

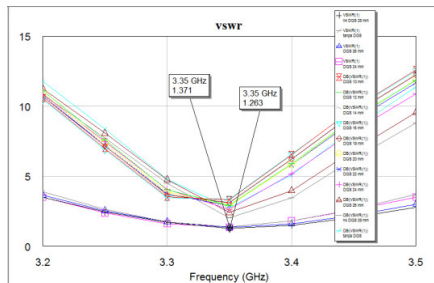
Pada antenna mikrostrip yang disusun dua elemen ditanamkan DGS pada bidang ground. Bentuk DGS segitiga sama sisi dibuat dengan ukuran yang bervariasi agar mendapatkan hasil yang optimal. Nilai-nilai tersebut dirangkum di Tabel 2.

Tabel 2. Nilai parameter dengan variasi ukuran DGS

Ukuran DGS (mm)	S ₁₁ (dB)	VSWR	Bandwidth (MHz) pada VSWR ≤ 2	Impedansi (Ohm)	Gain (dB)
10	-16	1.377	124.8	34.15-j0.89	7.493
12	-15.55	1.4	127.8	36.14-j3.91	7.49
14	-14.88	1.435	126.7	35.00-j2.17	7.488
16	-14.31	1.47	125.4	34.01-j0.72	7.488
18	-15.03	1.893	128.2	35.10-j1.97	7.495
20	-15.63	1.391	130.4	36.27-j3.37	7.505
22	-15.63	1.395	134.1	36.13-j3.11	7.522
24	-16.45	1.35	138	37.99-j5.39	7.542
26	-17.13	1.318	150.2	42.22-j10.04	7.556
28	-18.6	1.263	166.6	44.19-j9.36	7.549
30	-18.3	1.277	194.4	51.02-j12.35	7.529
32	-17.56	1.307	220	57.65-j12.2	7.542

Dari Tabel 2 didapat bahwa nilai dari ukuran DGS yang berukuran 28 mm adalah yang paling optimal dengan nilai VSWR dan S₁₁ terendah. Selanjutnya nilai dari parameter dijelaskan dengan grafik pada Gambar 3 untuk nilai VSWR dan bandwidth.

Pada Gambar 3 menampilkan nilai-nilai VSWR secara keseluruhan dengan nilai optimal pada frekuensi 3.35 senilai 1.263.



Gambar 3. VSWR variasi ukuran DGS

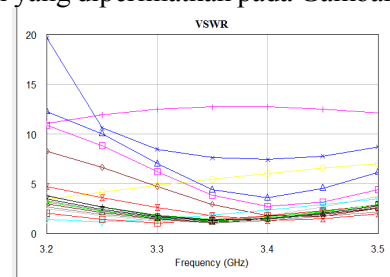
4.2.2 Analisis Posisi DGS

Setelah mendapatkan nilai yang optimal dilihat dari ukuran, selanjutnya posisi DGS digeser secara vertikal atau searah sumbu Y, dimana titik nol nya dimulai dari ujung garis pencatu. Hal ini bertujuan untuk mencari nilai yang paling optimal dari sebelumnya. Tabel 3 menunjukkan nilai parameter setelah mengalami pergeseran posisi. Selanjutnya diperjelas kembali dengan grafik pada Gambar 4 untuk nilai VSWR dan bandwidth.

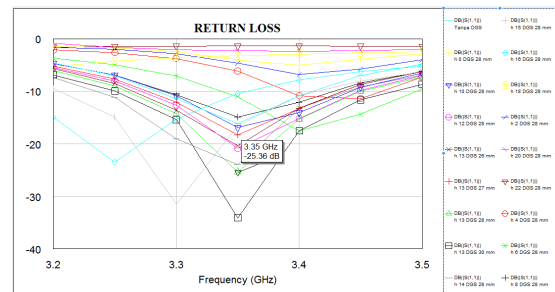
Tabel 3. Nilai parameter dengan variasi posisi DGS

Jarak DGS dari saluran pencatu (mm)	S ₁₁ (dB)	VSWR	Bandwidth (MHz) pada VSWR ≤ 2	Impedansi (Ohm)	Gain (dB)
0	-4.024	12.28	-	210.23-j42.27	2.327
2	-4.609	12.84	-	95.38-j88.89	4.28
4	-6.164	9.376	-	50.54-j56.87	6.402
6	-10.97	1.783	163.1	38.05-j22.49	7.046
8	-14.81	3.169	-	37.97-j10.48	7.449
10	-16.86	2.510	-	43.95-j12.16	7.544
11	-18.6	1.263	166.6	44.19-j9.36	7.549
12	-20.81	1.199	181.2	46.15-j7.82	7.544
13	-25.36	1.114	197.6	46.89-j4.21	7.527
14	-23.96	1.101	208.2	44.83+j3.03	7.501
15	-16.52	2.610	-	42.41+j11.64	7.467
16	-10.41	1.862	162.5	37.49+j2434.	7.406
18	-3.201	5.442	-	25.21+j62.89	7.291
20	-2.286	7.609	-	64.82+j135.6	6.701
22	-1.353	12.71	-	19.20+j97	6.518

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai yang paling optimal adalah disaat posisi DGS 13 mm diatas pencatu. Dimana nilai VSWR dan Return loss adalah terendah dari semua variabel seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. VSWR dengan variasi Posisi DGS



Gambar 5. Return Loss dengan variasi Posisi DGS

Nilai VSWR dan Return Loss terendah dari semua variabel masing – masing -25.36 dB dan 1.114. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4 dan 5.

4.3 Analisis Rancangan Optimal

Hasil analisis Tabel 2 dan Tabel 3 dinyatakan bahwa ukuran yang optimal untuk DGS berbentuk segitiga sama sisi adalah 28 mm dengan nilai parameter paling efisien seperti Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Optimal Parameter DGS Menurut Ukuran

Parameter	Nilai
S11	-18.6
VSWR	1.263
Bandwidth	166 GHz
Impedansi	44.19-j9.36 Ohm
Gain	7.549 dB

Posisi DGS setelah digeser dengan ukuran yang tetap didapatkan nilai parameter yang lebih optimal seperti Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Optimal Parameter DGS Menurut Posisi

Parameter	Nilai
S11	-25.36
VSWR	1.114
Bandwidth	197.6
Impedansi	46.89-j9.36
Gain	7.527

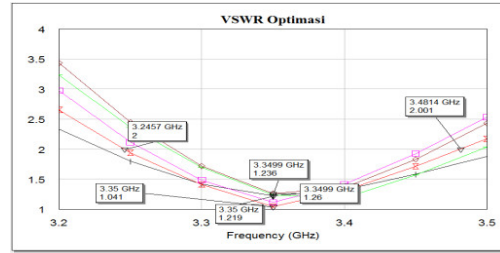
Nilai dari S11 lebih rendah 6.7, VSWR yang lebih rendah, bandwidth yang lebih lebar dan Impedansi yang semakin mendekati 50 Ohm, meskipun mengalami penurunan nilai Gain yang tidak terlalu berarti yakni 0.022.

Saat diuji kembali berdasarkan nilai-nilai parameter terbaik dari Tabel 2 maka dilakukan kembali simulasi untuk beberapa ukuran dengan posisi optimal dari Tabel 3 seperti yang diperlihatkan pada Tabel 6.

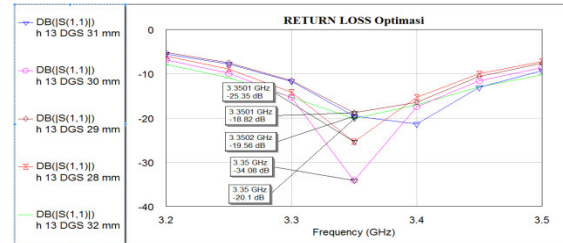
Tabel 6. Optimasi Nilai Parameter

Ukuran DGS (mm)	S ₁₁ (db)	VSWR	Bandwidth (MHz) pada VSWR ≤ 2	Impedansi (Ohm)	Gain (dB)
28	-25.35	1.114	197.6	46.89-j4.21	7.528
29	-18.82	1.236	190	47.66-j11.01	7.541
30	-34.04	1.041	240	51.97-j0.03	7.500
31	-19.56	1.26	235.8	53.35-j10.01	7.497
32	-20.01	1.219	270	58.19+j6.91	7.398

Tabel 4.6 diperoleh nilai dari ukuran DGS 30 mm ternyata lebih optimal dengan nilai VSWR 1.041, Return loss terkecil -34.04 dan nilai impedansi yang cenderung mendekati angka 50 Ohm yang menjadi impedansi saluran pencatu. Pada Gambar 6 dan Gambar 7 masing-masing menunjukkan grafik dari kolom VSWR dan return loss yang ada di tabel tersebut.



Gambar 6. VSWR Optimasi



Gambar 7. Return Loss Optimasi

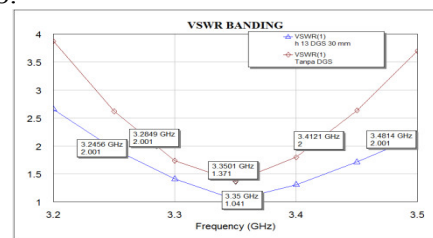
4.4 Analisis Perbandingan Antena dengan DGS dan Tanpa DGS

Setelah menemukan nilai parameter-parameter yang paling optimal maka selanjutnya membandingkan kembali dari hasil antenna tanpa teknik DGS seperti diperlihatkan pada Tabel 7.

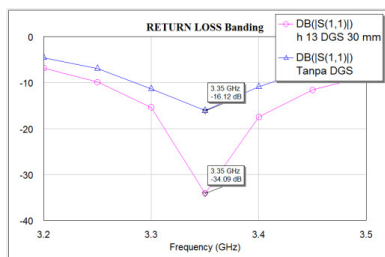
Tabel 7. Perbandingan Antena dengan DGS dan Tanpa DGS

Parameter	Tanpa DGS	Dengan DGS
S11(db)	-16.1	-34.04
VSWR	1.37	1.041
Bandwidth (MHz)	126.7	235.8
Impedansi (Ohm)	38.83-j8.37	51.97-j0.03
Gain (dB)	7.502	7.5

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 7 diperoleh bahwa nilai parameter antenna mikrostrip dua elemen semakin meningkat. Dibandingkan dengan tanpa DGS nilai VSWR yang dihasilkan menjadi jauh lebih rendah yakni 1.041. Nilai return loss semakin rendah dan nilai gain yang semakin tinggi. Gambar 8 dan Gambar 9 memperlihatkan bagaimana perbandingan dari antenna tanpa DGS dengan DGS.



Gambar 8 Perbandingan VSWR

Gambar 9. Perbandingan *Return Loss*

Dari Gambar 8 diperoleh bahwa nilai dari VSWR dan lebar *bandwidth* meningkat sehingga dapat dihitung persentase kenaikannya sebagai berikut:

$$\text{Perbaikan \% VSWR} = \frac{1.37 - 1.041}{1.37} \times 100\% = 24\%$$

$$\text{Perbaikan \% Bandwidth} = \frac{235.8 - 126.7}{126.7} \times 100\% = 86.1\%$$

Dari Gambar 9 diperoleh bahwa nilai dari *Return Loss* meningkat sehingga dapat dihitung persentase kenaikannya sebagai berikut:

$$\text{Perbaikan \% Return Loss} = \frac{-34.09 - (-16.12)}{-16.12} \times 100\% = 111\%$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perbandingan antenna mikrostrip dengan DGS dan tanpa DGS dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai VSWR minimum yang dihasilkan saat simulasi dengan simulator AWR untuk antenna dua elemen tanpa DGS adalah 1.37 namun setelah menggunakan DGS segitiga sama sisi meningkat 24 % menjadi 1.041.
2. Lebar *bandwidth* yang dihasilkan saat simulasi dengan simulator AWR untuk antenna dua elemen tanpa DGS adalah 3.285- 3.412 GHz namun setelah menggunakan DGS segitiga sama sisi meningkat 75 % menjadi 3.245 - 3.481GHz.
3. Nilai *Return loss* yang dihasilkan saat simulasi dengan simulator AWR untuk antenna dua elemen tanpa DGS adalah -16.11 namun setelah menggunakan DGS segitiga sama sisi meningkat 111 % menjadi -34.04.
4. Perubahan dari nilai impedansi mengindikasikan perubahan besar medan pada antenna mikrostrip dimana hal ini merupakan dampak yang baik untuk *pe-matching* antenna dengan nilai impedansi di saluran pencatu.

6. Daftar Pustaka

- [1] Indra Sudjardi, 2010. *Antena Mikrostrip; Konsep dan Aplikasinya*. Jawa Barat : Universitas Trisakti Press.
- [2] Fitri Yuli Zulkifli, Djoko Hartanto. 2008. *Pengembangan Antenna Microstrip Susun Dua elemen dengan Penerapan Defected Ground Structure berbentuk Trapesium*. Jakarta :Universitas Indonesia.
- [3] Dony canisius Sirait, *Parameter Antena*, <https://mhs.blog.ui.ac.id/dony/2012/02/24/parameter-antena/> (diakses November 2014)
- [4] Yustandi Achmad, Dr. Ir. Heroe Wijanto, MT, Dr. Ir. Yuyu Wahyu, MT. 2010 *Perancangan Dan Analisis Antena Microstrip Rectangular Susun Dua Elemen Dengan Penerapan Defected Ground Structure Berbentuk Persegi Pada Frekuensi 3.3–3.4GHz*. Bandung : IT Telkom.