

BAB V

ANALISIS HASIL SIMULASI DAN PENGUJIAN

5.1 Tinjauan Umum

Untuk mengetahui pengaruh *finite ground plane* pada antenna mikrostrip segitiga sama sisi dengan *slot* persegi panjang, dilakukan analisis terhadap parameter-parameter antenna hasil simulasi. Sehingga dapat dilakukan analisis terhadap parameter *bandwidth*, *gain*, polarisasi dan pola radiasi yang terjadi pada antenna mikrostrip segitiga sama sisi dengan *slot* persegi panjang berdasarkan variabel *finite ground plane* yang tidak tetap.

Dari hasil keseluruhan simulasi konfigurasi antenna mikrostrip segitiga sama sisi dengan *slot* persegi panjang didapatkan kinerja antenna terbaik pada konfigurasi 40 . Setelah dilakukan fabrikasi terhadap konfigurasi 40, dilakukan pengukuran dan analisis terhadap parameter-parameter antenna hasil pengukuran. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mendapatkan data-data karakteristik antenna yang telah dibuat dan mengetahui pengaruh *finite ground plane* terhadap kinerja antenna secara aplikatif. Pengukuran yang dilakukan meliputi :

1. Pengukuran *return loss*, perhitungan koefisien pantul dan VSWR.
2. Pengukuran *gain*.
3. Pengukuran polarisasi.
4. Pengukuran pola radiasi.

Pengukuran parameter-parameter tersebut dilakukan di Laboratorium Teknik Telekomunikasi POLITEKNIK Negeri Malang.

5.2 Analisis Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang Menggunakan Program MoM Simulator

Pada bagian ini dilakukan pembahasan dan analisis terhadap hasil simulasi antenna mikrostrip segitiga sama sisi dengan *slot* persegi panjang dengan berbagai macam konfigurasi *finite ground plane*. Tabel hasil simulasi dijelaskan pada tabel 5.1 berikut :

Tabel 5.1 Tabulasi Hasil Simulasi Keseluruhan Konfigurasi Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang

NO	Konfigurasi	F _r (GHz)	Bandwidth (MHz)	f = 2.4 GHz				- 3 dB Beamwidth		F/B (dB)	
				VSWR	RL (dB)	Gain (dBi)	Axial Ratio(dB)	Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal
1	Infinite	2.4	38	1.74786	-11.2385	-2.27848	55.507	58.2553	61.6651	1.96932	∞
2	Konfigurasi 1	0	0	8.43145	-2.07134	-5.83182	1.30991	48.5633	82.6997	∞	5.91636
3	Konfigurasi 2	2.425	38.03	1.95385	-9.95103	-1.98418	1.80432	75.2803	46.828	1.17299	8.06535
4	Konfigurasi 3	2.425	39.84	1.92926	-9.97242	-1.7127	0.102346	91.8968	51.8628	2.33581	9.26297
5	Konfigurasi 4	2.425	39.13	1.94736	-9.85836	-2.69584	0.229259	104.1548	55.7729	1.17299	7.97402
6	Konfigurasi 5	0	0	8.50067	-2.05308	-4.8645	0.140178	62.0142	84.2891	0	8.84959
7	Konfigurasi 6	0	0	8.47393	-2.05962	-4.32621	0.516858	54.5905	37.6678	0	9.9864
8	Konfigurasi 7	2.425	40.66	1.98125	-9.6524	-1.91086	0.171098	88.7231	52.3867	1.80109	9.32709
9	Konfigurasi 8	2.425	40.52	1.98618	-9.62321	-1.96667	0.286153	78.6477	51.0974	2.27165	9.25406
10	Konfigurasi 9	2.425	40.33	1.98887	-9.60733	-1.77716	0.761716	73.3345	48.6237	3.43363	8.93678
11	Konfigurasi 10	2.425	37.73	1.92742	-9.98415	-1.32447	0.457865	86.4464	50.4484	3.09596	9.42252
12	Konfigurasi 11	2.425	38.74	1.93685	-9.92424	-1.06733	0.711753	83.3972	49.3062	3.38084	9.56363
13	Konfigurasi 12	2.425	38.77	1.93863	-9.91302	-1.03285	0.252406	84.3141	49.0979	3.2852	9.98196
14	Konfigurasi 13	2.425	37.79	1.92749	-9.98374	-1.32309	0.652127	86.6484	50.4375	3.10209	9.39911
15	Konfigurasi 14	2.425	38.76	1.93662	-9.92568	-1.06591	0.374274	83.6321	49.2632	3.39851	9.56202
16	Konfigurasi 15	2.425	38.78	1.93892	-9.91121	-1.0348	0.448907	84.7557	49.0544	3.30555	9.59632
17	Konfigurasi 16	2.425	35.84	1.96265	-9.76424	-1.81709	1.01895	74.9511	46.6499	4.61103	8.09598
18	Konfigurasi 17	2.425	37.89	1.9414	-9.89559	-0.84627	0.747022	82.65	48.5299	4.00331	9.67161
19	Konfigurasi 18	2.425	37.1	1.96179	-9.76949	-1.9571	1.05213	92.131	53.6385	2.27561	8.38231

Sumber : Simulasi

Tabel 5.1 Tabulasi Hasil Simulasi Keseluruhan Konfigurasi Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang (lanjutan)

NO	Konfigurasi	F _r (GHz)	Bandwidth (MHz)	F = 2.4 GHz				- 3 dB Beamwidth		F/B (dB)	
				VSWR	RL (dB)	Gain (dBi)	Axial Ratio(dB)	Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal
20	Konfigurasi 19			Program Error							
21	Konfigurasi 20										
22	Konfigurasi 21										
23	Konfigurasi 22	2.425	40.2	1.8954	-10.1938	-1.42369	0.68562	61.8189	45.3579	4.18445	7.27716
24	Konfigurasi 23	2.425	40.84	1.95491	-9.81161	-0.90998	1.06255	65.7368	44.3316	3.02497	11.9584
25	Konfigurasi 24	2.425	33.32	2.0631	-9.19176	-2.89311	0.389169	78.8471	50.7241	1.96953	9.62868
26	Konfigurasi 25	2.425	37.57	1.93022	-9.96627	-1.29255	0.272834	67.1565	46.2629	3.60521	7.50074
27	Konfigurasi 26	2.425	38.51	1.97523	-9.68825	-1.16632	0.320145	70.0681	45.8344	3.4756	9.97012
28	Konfigurasi 27	2.425	32.93	2.05649	-9.22715	-2.90784	2.31297	87.5295	50.2182	3.2692	9.45347
29	Konfigurasi 28	2.425	39.92	1.8959	-10.1905	-1.41458	0.81041	62.0719	45.3548	4.2351	7.27455
30	Konfigurasi 29	2.425	40.57	1.95573	-9.80661	-0.91094	0.867177	65.907	44.3354	3.04232	11.9203
31	Konfigurasi 30	2.425	33.09	2.06219	-9.19662	-2.88333	0.345679	79.1058	50.746	2.00279	9.60557
32	Konfigurasi 31	2.4	41.98	1.78471	-11.0014	-7.52954	0.342697	76.737	81.02149	1.97699	1.61896
33	Konfigurasi 32	2.425	45.88	1.45785	-14.5966	-1.86974	1.31337	64.039	44.8333	14.1975	5.21728
34	Konfigurasi 33	2.425	52.15	1.47688	-14.31	0.116997	0.867393	167.9694	42.092	∞	3.72568
35	Konfigurasi 34	2.425	56.37	1.5181	-13.7332	0.667535	1.55883	156.301	45.4355	∞	3.56391
36	Konfigurasi 35	2.425	46.6	1.68055	-11.9072	-1.2083	0.299419	194.2013	76.79234	∞	4.91911
37	Konfigurasi 36	2.425	50.53	1.61876	-12.5315	-1.13122	0.369922	81.107	80.93986	6.37475	6.29161
38	Konfigurasi 37	2.425	55.57	1.53256	-13.5438	1.12989	0.222372	79.326	39.7321	6.09187	11.1798
39	Konfigurasi 38	2.425	59.87	1.48919	-14.1316	1.93198	0.404625	70.872	40.119	5.38606	13.0012
40	Konfigurasi 39	2.425	55.79	1.54794	-13.3492	1.60782	0.342321	66.809	39.2774	5.0292	12.755
41	Konfigurasi 40	2.425	60.64	1.42786	-15.0784	2.11272	0.376313	75.3733	41.361	6.83558	11.2778

Sumber : Simulasi

5.2.1 Analisis Hasil Simulasi Pengaruh Ukuran *Finite Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan *Slot Persegi Panjang*

Ukuran *finite ground plane* berpengaruh terhadap kinerja antena mikrostrip segitiga sama sisi dengan *slot persegi panjang*. Perlakuan perubahan terhadap variabel ukuran *finite ground plane* beserta analisisnya sebagai berikut :

1. Lebar *finite ground plane* tetap ($l = 1 \lambda_0$) dan panjang bertambah ke atas.

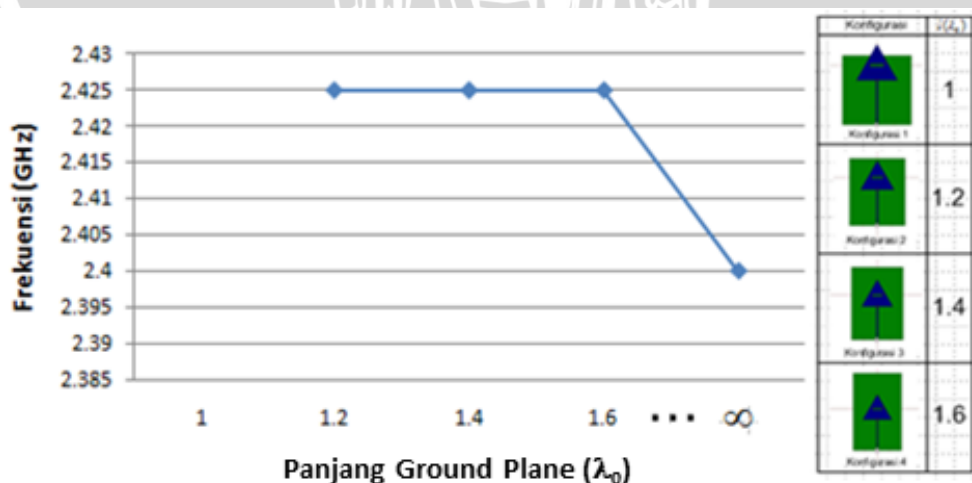
Tabel 5.2 Pengaruh Ukuran *Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan *Slot Persegi Panjang*
Variabel : *Ground Plane* persegi panjang dengan lebar tetap dan panjang bertambah ke arah atas

NO	KONFIGURASI	Ukuran <i>Ground Plane</i>		f_r (GHz)	VSWR pada 2.4 GHz	BANDWIDTH (MHz)	Gain pada 2.4 GHz (dBi)	Polarisasi pada 2.4 GHz		Bentuk Pola Radiasi	F/B (dB) pada 2.4 GHz		-3 dB Beamwidth	
		$p(\lambda_0)$	$l(\lambda_0)$					Axial Ratio (dB)	Bentuk Polarisasi		Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal
1	Konfigurasi 1	1	1	-	8.43145	0	-5.83182	1.30991	Lingkaran	Directional	5.91636	∞	82.6997	48.5633
2	Konfigurasi 2	1.2	1	2.425	1.95385	38.03	-1.98418	1.80432	Lingkaran	Directional	8.06535	1.17299	46.828	75.2803
3	Konfigurasi 3	1.4	1	2.425	1.92926	39.84	-1.7127	0.102346	Lingkaran	Directional	9.26297	2.33581	51.8628	91.8968
4	Konfigurasi 4	1.6	1	2.425	1.94736	39.13	-2.69584	0.229259	Lingkaran	Directional	7.97402	1.17299	55.7729	104.1548
5	Konfigurasi Infinite	∞	∞	2.4	1.74786	38	-2.27848	55.507	Linier	Directional	∞	1.96932	61.6651	58.2553

Sumber : Simulasi

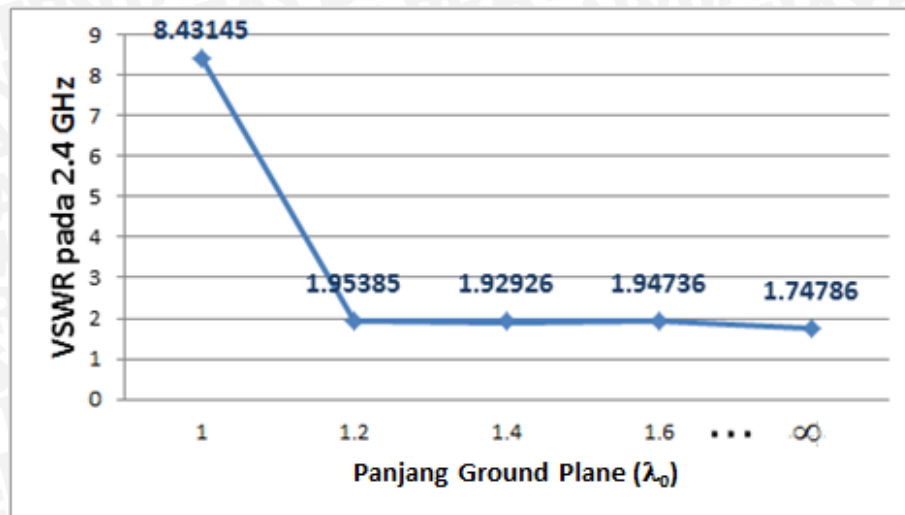
Pada *range* simulasi 2.3 – 2.5 GHz dan frekuensi kerja perencanaan 2.4 GHz, seiring pertambahan lebar *finite ground plane* ke atas memberikan pengaruh terhadap parameter antena sebagai berikut :

- a. Frekuensi resonansi, VSWR, dan *bandwidth*

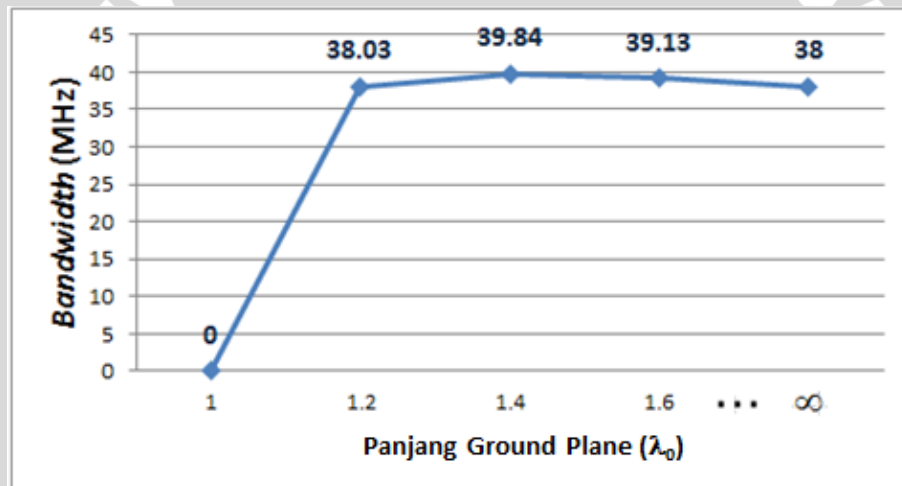


Grafik 5.1 Hubungan Frekuensi Resonansi dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke atas

Sumber : Analisis Simulasi



Grafik 5.2 Hubungan VSWR dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke atas
Sumber : Analisis Simulasi

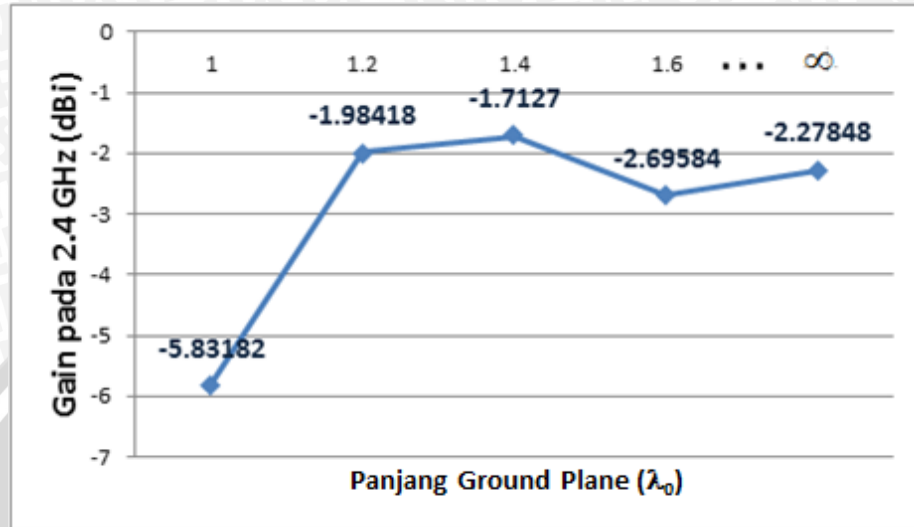


Grafik 5.3 Hubungan *Bandwidth* dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke atas
Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.1, terjadi pergeseran frekuensi resonansi ketika *ground plane* yang semula (pada simulasi) berupa *infinite* diubah menjadi *finite*. Pada panjang *ground plane* $1 \lambda_0$ tidak terjadi frekuensi resonansi yang disebabkan oleh *ground plane* yang tidak mencakup elemen peradiasi secara keseluruhan, sedangkan pada panjang *ground plane* yang lain ($l = 1.2 - 1.6 \lambda_0$), frekuensi resonansi bergeser menjadi 2.425 GHz.
- Berdasarkan grafik 5.2, nilai VSWR pada frekuensi 2.4 GHz cenderung semakin kecil ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke atas. Pada konfigurasi 1, nilai VSWR yang dihasilkan tidak begitu baik karena *ground plane* tidak mencakup elemen peradiasi secara keseluruhan.

- Berdasarkan grafik 5.3, nilai *bandwidth* cenderung semakin besar ketika panjang *ground plane* semakin besar.

b. Gain

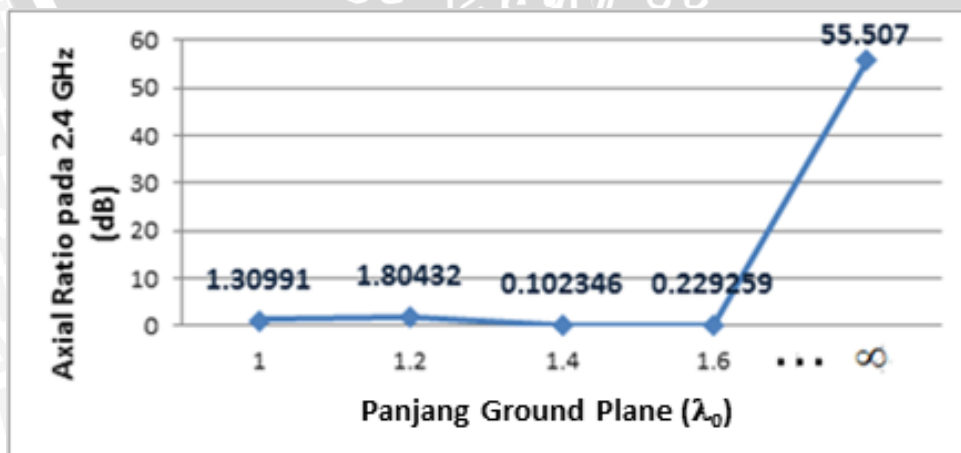


Grafik 5.4 Hubungan Gain dengan Pertambahan Panjang Finite Ground Plane ke atas

Sumber : Analisis Simulasi

- Nilai *gain* pada frekuensi 2.4 GHz cenderung semakin besar ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke atas. Nilai *gain* yang semakin besar mengindikasikan efisiensi antenna semakin membaik meskipun nilainya masih negatif. Nilai *gain* pada konfigurasi 1 negatifnya cukup besar karena *ground plane* tidak mencakup keseluruhan elemen peradiasi.

c. Polarisasi

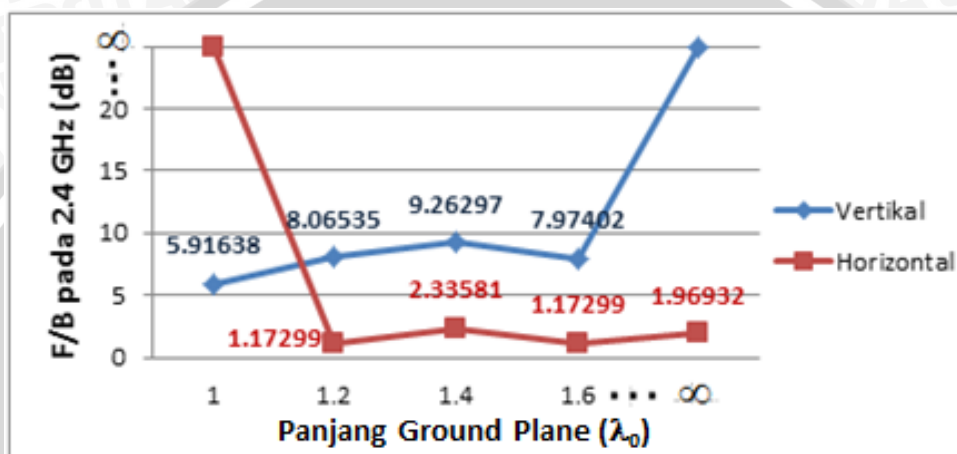


Grafik 5.5 Hubungan Axial Ratio dengan Pertambahan Panjang Finite Ground Plane ke atas

Sumber : Analisis Simulasi

- Nilai *axial ratio* pada frekuensi 2.4 GHz cenderung semakin besar panjang *ground plane* semakin bertambah ke atas walaupun pada awalnya (panjang *ground plane* $1.2 - 1.6 \lambda_0$) nilainya semakin kecil.
- Polarisasi yang terjadi ketika *ground plane* yang semula *finite* diubah menjadi *infinite* adalah lingkaran yang ditandai dengan nilai *axial ratio* mendekati nilai 0 dB. Polarisasi yang terjadi ketika *ground plane* berupa *infinite* adalah linier.

d. Pola Radiasi



Grafik 5.6 Hubungan Front to Back Ratio dengan Pertambahan Panjang Finite Ground Plane ke atas

Sumber : Analisis Simulasi

- Nilai *Front to Back Ratio* vertikal dalam dB cenderung semakin besar ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke atas. Hal ini menandakan daya maksimum pada *minor lobe* semakin kecil. Pada konfigurasi *finite ground plane*, nilai F/B (dB) horizontal cenderung kecil yaitu pada rentang 1.17-2.33 dB, kecuali pada panjang *ground plane* $1 \lambda_0$ yang mana nilai F/B (dB) nya sangat besar. Nilai F/B (dB) yang kecil menandakan daya maksimum puncak pada *minor lobe* besar.

2. Lebar *finite ground plane* tetap ($l = 1 \lambda_0$) dan panjang bertambah ke bawah.

Pada pengubahan *finite ground plane* dengan lebar tetap dan panjang bertambah ke bawah terdapat 2 konfigurasi awal yang digunakan, yaitu konfigurasi 1 dan konfigurasi 3. Dengan mempertimbangkan bahwa pada konfigurasi 1, *ground plane* tidak mencakup keseluruhan elemen radiasi yang menyebabkan hasil simulasi (VSWR dan *gain*) tidak begitu baik sehingga pengaruh *finite ground plane* terhadap karakteristik antenna kurang dapat begitu terlihat, maka digunakan konfigurasi 3 sebagai

konfigurasi awal yang lain untuk dilihat karakteristiknya apabila dilakukan perubahan ukuran *ground plane*. Konfigurasi 3 dipilih karena konfigurasi ini memiliki hasil simulasi terbaik pada perubahan ukuran *ground plane* dengan lebar tetap dan panjang bertambah ke atas.

Tabel 5.3 Pengaruh Ukuran *Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang
Variabel : *Ground Plane* persegi panjang dengan lebar tetap dan panjang bertambah ke arah bawah (Konfigurasi 1 sebagai bentuk awal)

NO	KONFIGURASI	Ukuran <i>Ground Plane</i>		f_r (GHz)	VSWR pada 2.4 GHz	BANDWIDTH (MHz)	Gain pada 2.4 GHz (dBi)	Polarisasi pada 2.4 GHz		Bentuk Pola Radiasi	F/B (dB) pada 2.4 GHz		-3 dB Beamwidth	
		$p(\lambda_0)$	$l(\lambda_0)$					Axial Ratio (dB)	Bentuk Polarisasi		Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal
1	Konfigurasi 1	1	1	-	8.43145	0	-5.83182	1.30991	Lingkaran	Directional	5.91636	∞	82.6997	48.5633
2	Konfigurasi 5	1.2	1	-	8.50067	0	-4.8645	0.140178	Lingkaran	Directional	8.84959	0	84.2891	62.0142
3	Konfigurasi 6	1.4	1	-	8.47393	0	-4.32621	0.516858	Lingkaran	Directional	9.9864	0	37.6678	54.5905
4	Konfigurasi Infinite	∞	∞	2.4	1.74786	38	-2.27848	55.507	Linier	Unidirectional	∞	1.96932	61.6651	58.2553

Sumber : Simulasi

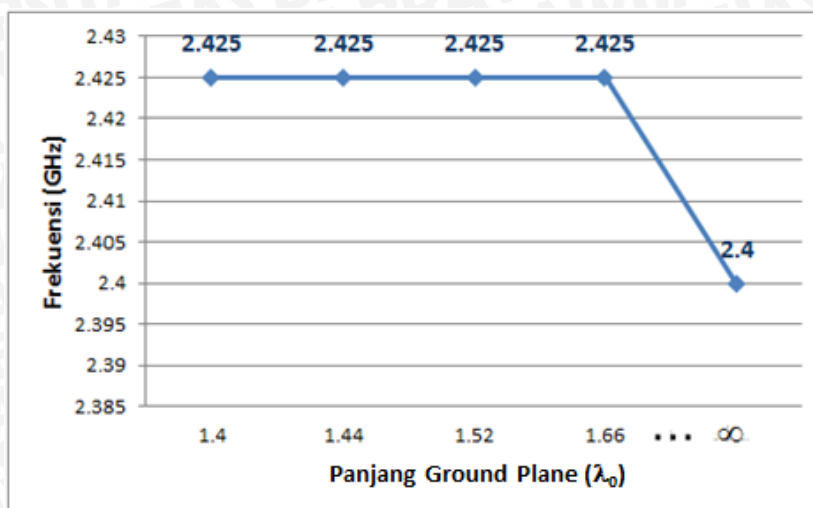
Tabel 5.4 Pengaruh Ukuran *Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang
Variabel : *Ground Plane* persegi panjang dengan lebar tetap dan panjang bertambah ke arah bawah (Konfigurasi 3 sebagai bentuk awal)

NO	KONFIGURASI	Ukuran <i>Ground Plane</i>		f_r (GHz)	VSWR pada 2.4 GHz	BANDWIDTH (MHz)	Gain pada 2.4 GHz (dBi)	Polarisasi pada 2.4 GHz		Bentuk Pola Radiasi	F/B (dB) pada 2.4 GHz		-3 dB Beamwidth	
		$p(\lambda_0)$	$l(\lambda_0)$					Axial Ratio (dB)	Bentuk Polarisasi		Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal
1	Konfigurasi 3	1.4	1	2.425	1.92926	39.84	-1.7127	0.102346	Lingkaran	Directional	9.26297	2.33581	51.8628	91.8968
2	Konfigurasi 7	1.44	1	2.425	1.98125	40.66	-1.91086	0.171098	Lingkaran	Directional	9.32709	1.80109	52.3867	88.7231
3	Konfigurasi 8	1.52	1	2.425	1.98618	40.52	-1.96667	0.286153	Lingkaran	Directional	9.25406	2.27165	51.0974	78.6477
4	Konfigurasi 9	1.66	1	2.425	1.98887	40.33	-1.77716	0.761716	Lingkaran	Directional	8.93678	3.43363	48.6237	73.3345
5	Konfigurasi Infinite	∞	∞	2.4	1.74786	38	-2.27848	55.507	Linier	Directional	∞	1.96932	61.6651	58.2553

Sumber : Simulasi

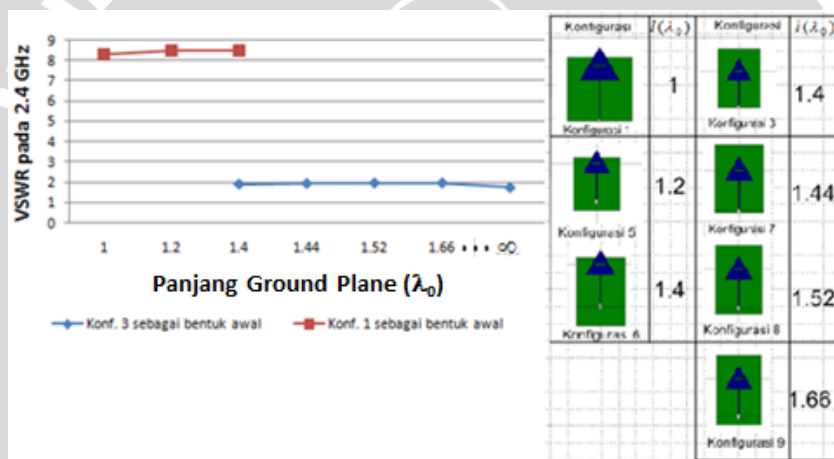
Pada *range* simulasi 2.3 – 2.5 GHz dan frekuensi kerja perencanaan 2.4 GHz, seiring pertambahan panjang *finite ground plane* ke bawah memberikan pengaruh terhadap parameter antena sebagai berikut :

- Frekuensi resonansi, VSWR, dan Bandwidth



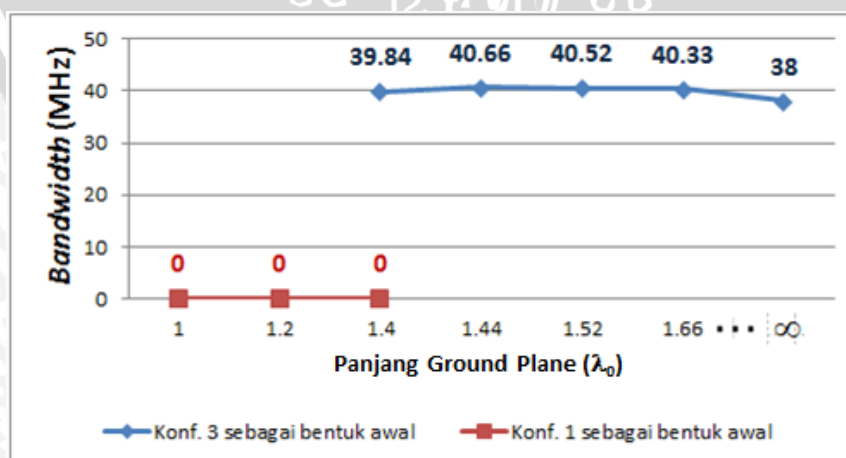
Grafik 5.7 Hubungan Frekuensi resonansi dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke bawah (Konfigurasi 3 sebagai bentuk awal)

Sumber : Analisis Simulasi



Grafik 5.8 Hubungan VSWR dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke bawah

Sumber : Analisis Simulasi

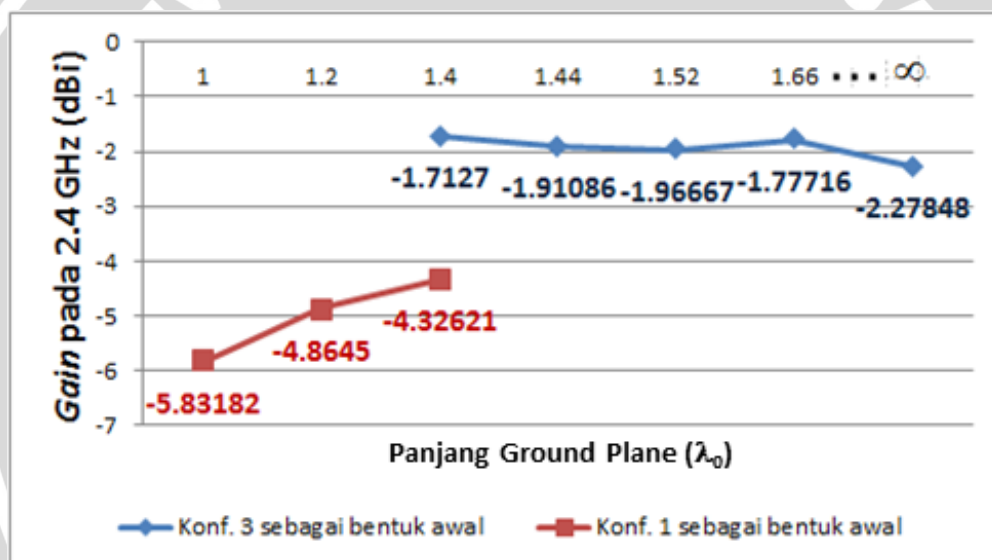


Grafik 5.9 Hubungan *Bandwidth* dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke bawah

Sumber : Analisis Simulasi

- Pada konfigurasi 1 sebagai bentuk awal tidak terjadi frekuensi resonansi dan didapatkan nilai VSWR lebih dari 2 untuk semua frekuensi. Hal ini disebabkan oleh *ground plane* yang tidak mencakup elemen peradiasi secara keseluruhan.
- Berdasarkan grafik 5.7 (konfigurasi 3 sebagai bentuk awal) terjadi pergeseran frekuensi resonansi ketika *ground plane* yang semula *infinite* diubah menjadi *finite*. Pergeseran frekuensi resonansi menjadi 2.425 GHz. Nilai VSWR cenderung naik pada panjang *ground plane* antara $1.4 - 1.66 \lambda_0$ (Grafik 5.8). Pada grafik 5.9 terlihat nilai *bandwidth* cenderung naik ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke bawah. Nilai *bandwidth* konfigurasi *infinite* lebih kecil dibandingkan dengan konfigurasi *finite*.

b. Gain

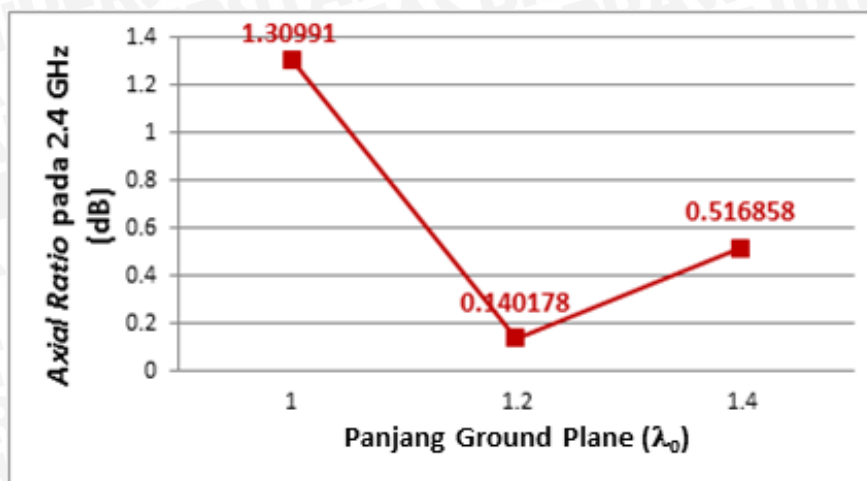


Grafik 5.10 Hubungan Gain dengan Pertambahan Panjang Finite Ground Plane ke bawah

Sumber : Analisis Simulasi

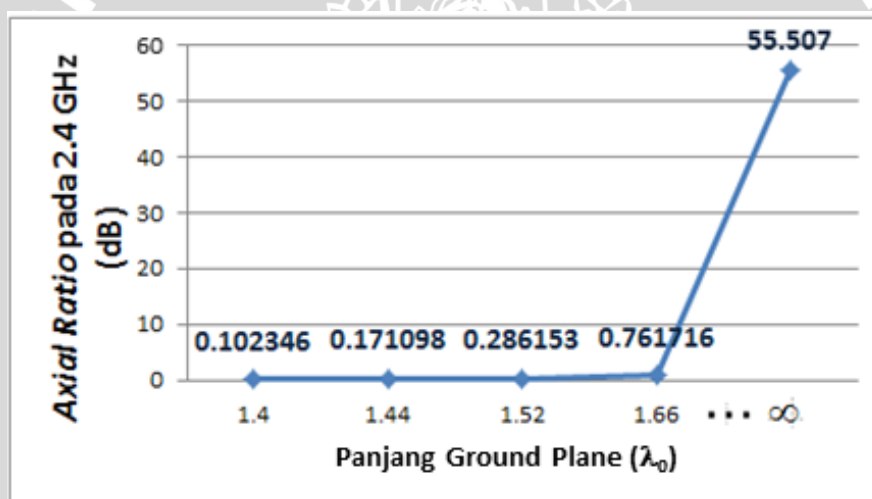
- Berdasarkan grafik 5.10, nilai *gain* pada konfigurasi 1 sebagai bentuk awal semakin besar, sedangkan nilai *gain* pada konfigurasi 3 sebagai bentuk awal cenderung semakin kecil, kecuali pada panjang *ground plane* $1.66 \lambda_0$. Hal ini menandakan apabila panjang *ground plane* semakin bertambah ke bawah, maka efisiensi antenna semakin kecil.

c. Polarisasi



Grafik 5.11 Hubungan *Axial Ratio* dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke bawah (Konfigurasi 1 sebagai bentuk awal)

Sumber : Analisis Simulasi



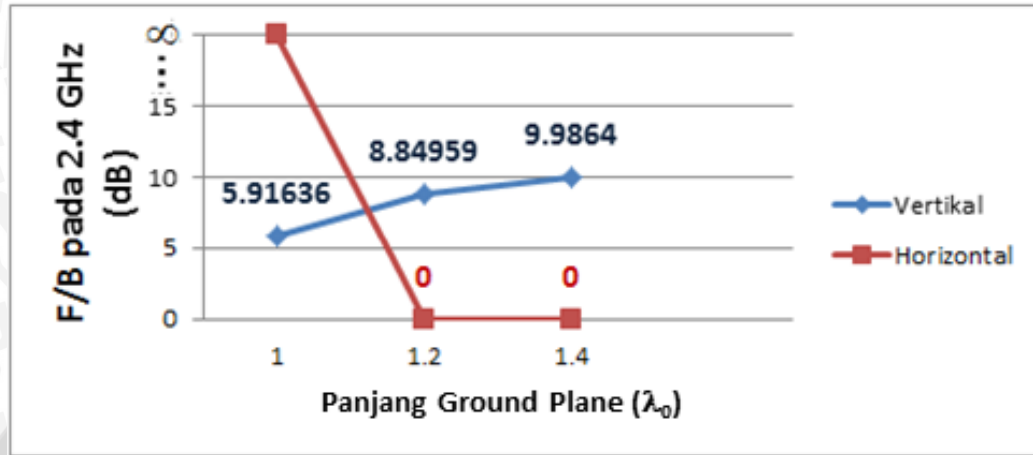
Grafik 5.12 Hubungan *Axial Ratio* dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke bawah (Konfigurasi 3 sebagai bentuk awal)

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.11 (konfigurasi 1 sebagai bentuk awal), nilai *axial ratio* awalnya turun pada panjang *ground plane* 1 – 1.2 λ_0 , namun pada 1.4 λ_0 nilainya naik kembali. Polarisasi yang terjadi pada *finite ground plane* adalah lingkaran karena nilai *axial ratio* mendekati 0 dB.
- Berdasarkan grafik 5.12 (konfigurasi 3 sebagai bentuk awal), nilai *axial ratio* semakin besar ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke bawah. Polarisasi yang terjadi pada konfigurasi *finite ground plane* adalah lingkaran karena

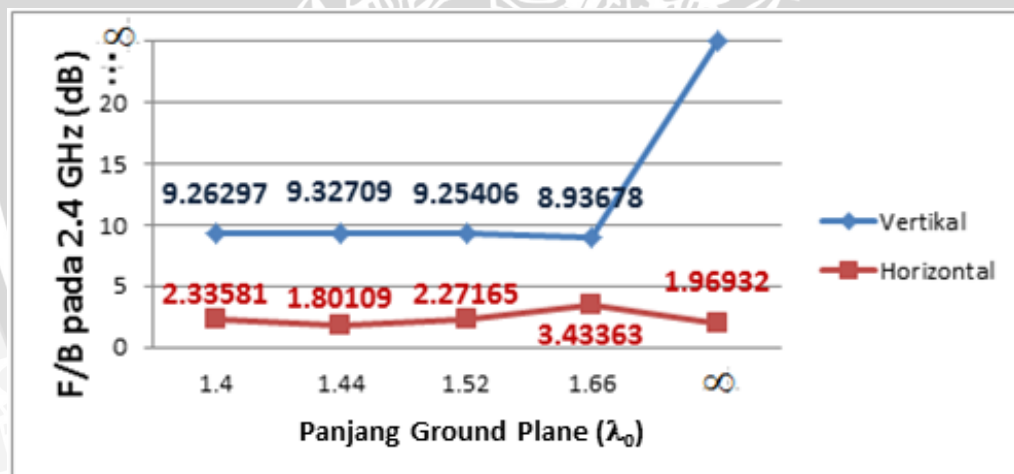
nilai *axial ratio* yang mendekati 0 dB, sedangkan polarisasi pada konfigurasi *infinite ground plane* adalah linier.

d. Pola Radiasi



Grafik 5.13 Hubungan *Front to Back Ratio* dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke bawah (Konfigurasi 1 sebagai bentuk awal)

Sumber : Analisis Simulasi



Grafik 5.14 Hubungan *Front to Back Ratio* dengan Pertambahan Panjang *Finite Ground Plane* ke bawah (Konfigurasi 3 sebagai bentuk awal)

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.13, nilai F/B (dB) vertikal pada konfigurasi 1 sebagai bentuk awal semakin besar ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke bawah, sedangkan nilai F/B (dB) horizontal mengalami perubahan yang signifikan yaitu menurun drastis ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke bawah.

- Berdasarkan grafik 5.14, nilai F/B (dB) vertikal pada konfigurasi 3 sebagai bentuk awal cenderung tetap yaitu antara 9.25-9.32 dB ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke bawah kecuali pada lebar *ground plane* $1.66 \lambda_0$. Nilai F/B (dB) horizontal naik turun ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke bawah.

3. Panjang *finite ground plane* tetap ($p = 1.4 \lambda_0$) dan lebar bertambah ke kanan.

Pada perubahan *finite ground plane* dengan panjang tetap dan lebar bertambah ke kanan maupun ke kiri menggunakan konfigurasi 3 sebagai bentuk awal. Hal ini dikarenakan pada konfigurasi 3, *ground plane* mencakup elemen peradiasi secara keseluruhan sehingga pengaruh perubahan *ground plane* yang semula *infinite* menjadi *finite* dapat terlihat dan dibandingkan.

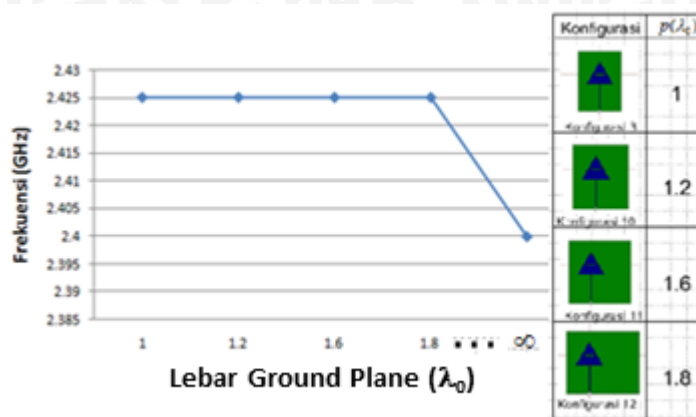
Tabel 5.5 Pengaruh Ukuran Ground Plane terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang
Variabel : Ground Plane persegi panjang dengan panjang tetap dan lebar bertambah ke arah kanan

NO	KONFIGURASI	Ukuran Ground Plane		f_r (GHz)	VSWR pada 2.4 GHz	BANDWIDTH (MHz)	Gain pada 2.4 GHz (dBi)	Polarisasi pada 2.4 GHz		Bentuk Pola Radiasi	F/B (dB) pada 2.4 GHz		-3 dB Beamwidth	
		$p(\lambda_0)$	$l(\lambda_0)$					Axial Ratio (dB)	Bentuk Polarisasi		Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal
1	Konfigurasi 3	1.4	1	2.425	1.92926	39.84	-1.7127	0.102346	Lingkaran	Directional	9.26297	2.33581	51.8628	91.8968
2	Konfigurasi 10	1.4	1.2	2.425	1.92742	37.73	-1.32447	0.457865	Lingkaran	Directional	9.42252	3.09596	50.4484	86.4464
3	Konfigurasi 11	1.4	1.4	2.425	1.93685	38.74	-1.06733	0.711753	Lingkaran	Directional	9.56363	3.38084	49.3062	83.3972
4	Konfigurasi 12	1.4	1.6	2.425	1.93863	38.77	-1.03285	0.252406	Lingkaran	Directional	9.98196	3.2852	49.0979	84.3141
5	Konfigurasi Infinite	∞	∞	2.4	1.74786	38	-2.27848	55.507	Linier	Directional	∞	1.96932	61.6651	58.2553

Sumber : Simulasi

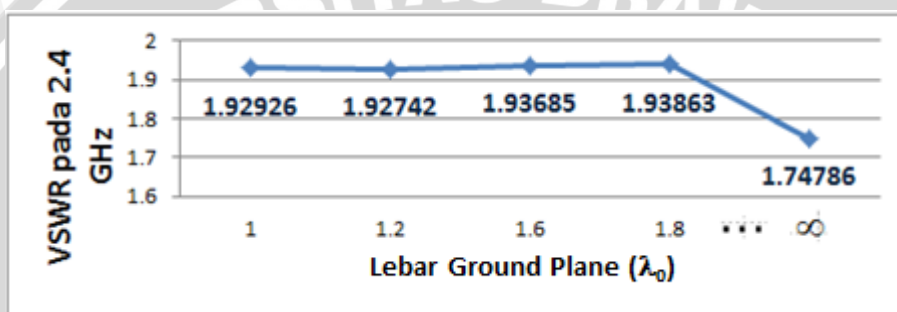
Pada *range* simulasi 2.3 – 2.5 GHz dan frekuensi kerja perencanaan 2.4 GHz, seiring pertambahan lebar *finite ground plane* ke kanan memberikan pengaruh terhadap parameter antena sebagai berikut :

- Frekuensi resonansi, VSWR, dan *Bandwidth*



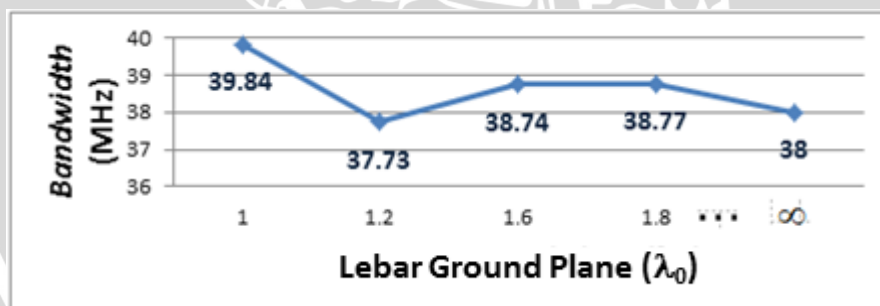
Grafik 5.15 Hubungan Frekuensi resonansi dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kanan

Sumber : Analisis Simulasi



Grafik 5.16 Hubungan VSWR dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kanan

Sumber : Analisis Simulasi



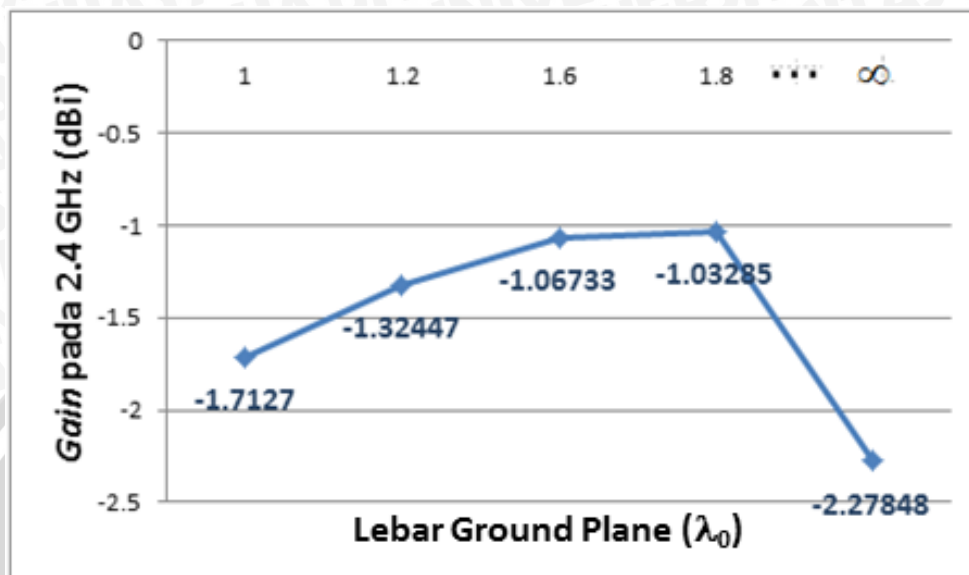
Grafik 5.17 Hubungan *Bandwidth* dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kanan

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.15, terjadi pergeseran frekuensi resonansi ketika *ground plane* yang semula (pada simulasi) berupa *infinite* diubah menjadi *finite* sebesar 0.025 GHz ke kanan menjadi 2.425 GHz.
- Berdasarkan grafik 5.16, nilai VSWR pada frekuensi 2.4 GHz cenderung semakin besar ketika dimensi *ground plane* semakin besar (lebar bertambah). Nilai VSWR yang diperoleh ketika *ground plane* yang semula *infinite* diubah menjadi *finite* berkisar pada rentang 1.92 - 1.93.

- Berdasarkan grafik 5.17, nilai *bandwidth* mengalami naik turun ketika lebar *ground plane* semakin besar. Nilai *bandwidth* yang diperoleh berkisar antara 37 – 38 MHz.

b. Gain

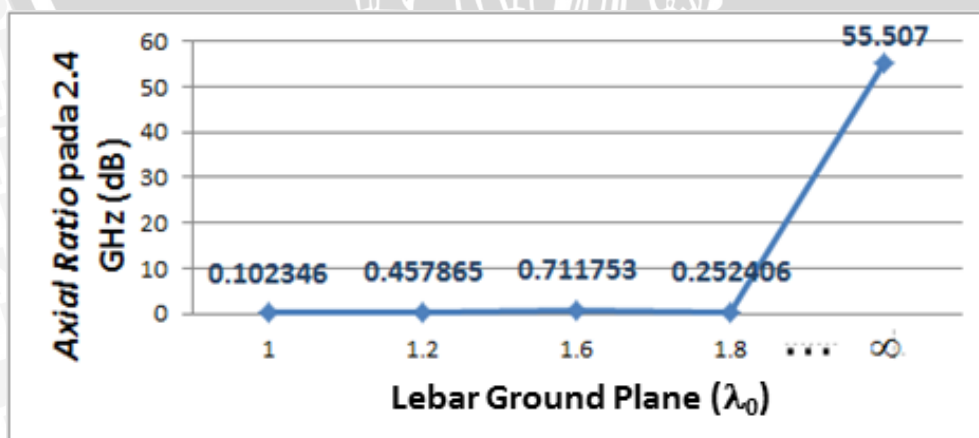


Grafik 5.18 Hubungan Gain dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kanan

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.18 ketika lebar *ground plane* semakin bertambah ke kanan, nilai *gain* semakin besar. Nilai *gain* konfigurasi *finite ground plane* lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *infinite ground plane*. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa efisiensi antenna semakin baik ketika *ground plane* berupa *finite*.

c. Polarisasi

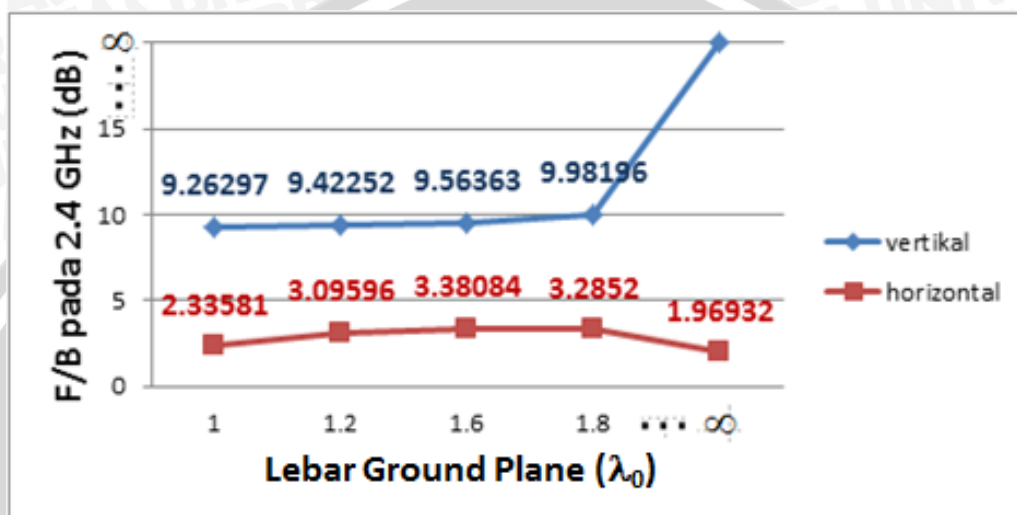


Grafik 5.19 Hubungan Axial Ratio dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kanan

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.19, nilai *axial ratio* cenderung semakin besar ketika lebar *ground plane* semakin besar, kecuali pada panjang $1.8 \lambda_0$. Nilai *axial ratio* yang diperoleh pada konfigurasi *finite ground plane* berkisar antara 0.1-0.7 dB. Oleh karena itu, polarisasi yang dihasilkan berupa lingkaran karena nilainya yang mendekati 0 dB.

d. Pola Radiasi



Grafik 5.20 Hubungan *Front to Back Ratio* dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kanan

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.20, nilai F/B (dB) vertikal pada konfigurasi *finite ground plane* cenderung semakin besar ketika lebar *ground plane* semakin bertambah ke kanan, sedangkan nilai F/B (dB) horizontal semakin besar pada panjang *ground plane* 1-1.2 λ_0 kemudian nilainya turun kembali.
- Nilai F/B (dB) vertikal yang semakin besar menandakan daya maksimum pada *minor lobe* vertikal semakin kecil, sedangkan daya maksimum pada *minor lobe* horizontal semakin kecil pada panjang *ground plane* 1-1.2 λ_0 , dan semakin besar pada panjang *ground plane* lebih dari 1.2 λ_0 .
- Nilai F/B (dB) vertikal konfigurasi *infinite* lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *finite*. Nilai F/B (dB) horizontal konfigurasi *finite* lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *infinite*.

4. Panjang *finite ground plane* tetap ($p = 1.4 \lambda_0$) dan lebar bertambah ke kiri.

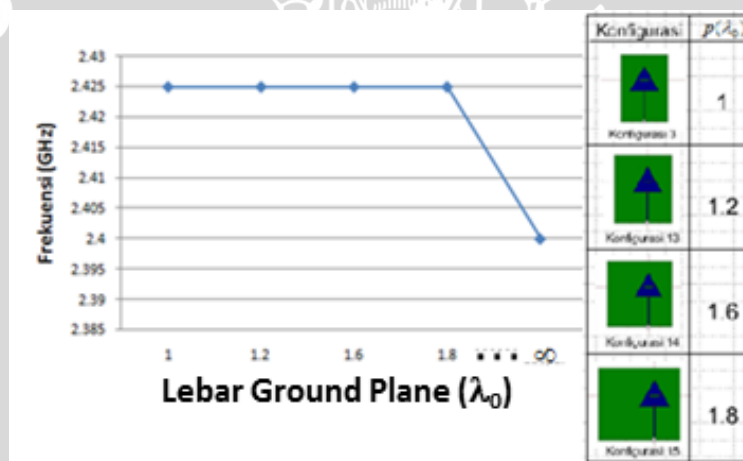
Tabel 5.6 Pengaruh Ukuran *Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang
Variabel : *Ground Plane* persegi panjang dengan panjang tetap dan lebar bertambah ke arah kiri

NO	KONFIGURASI	Ukuran <i>Ground Plane</i>		f_r (GHz)	VSWR pada 2.4 GHz	BANDWIDTH (MHz)	Gain pada 2.4 GHz (dBi)	Polarisasi pada 2.4 GHz		Bentuk Pola Radiasi	F/B (dB) pada 2.4 GHz		-3 dB Beamwidth	
		$p(\lambda_0)$	$l(\lambda_0)$					Axial Ratio (dB)	Bentuk Polarisasi		Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal
1	Konfigurasi 3	1.4	1	2.425	1.92926	39.84	-1.7127	0.102346	Lingkaran	Directional	9.26297	2.33581	51.8628	91.8968
2	Konfigurasi 13	1.4	1.2	2.425	1.92749	37.79	-1.32309	0.652127	Lingkaran	Directional	9.39911	3.10209	50.4375	86.6484
3	Konfigurasi 14	1.4	1.6	2.425	1.93662	38.76	-1.06591	0.374274	Lingkaran	Directional	9.56202	3.39851	49.2632	83.6321
4	Konfigurasi 15	1.4	1.8	2.425	1.93892	38.78	-1.0348	0.448907	Lingkaran	Directional	9.59632	3.30555	49.0544	84.7557
5	Konfigurasi Infinite	∞	∞	2.4	1.74786	38	-2.27848	55.507	Linier	Directional	∞	1.96932	61.6651	58.2553

Sumber : Simulasi

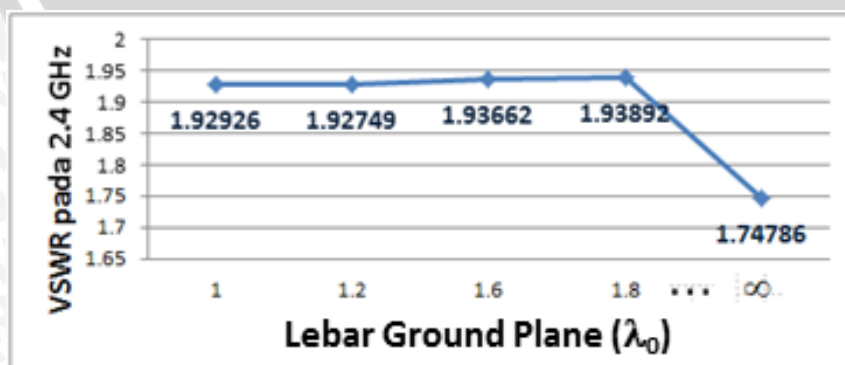
Pada range simulasi 2.3 – 2.5 GHz dan frekuensi kerja perencanaan 2.4 GHz, seiring pertambahan panjang *finite ground plane* ke kiri memberikan pengaruh terhadap parameter antena sebagai berikut :

a. Frekuensi resonansi, VSWR, dan *Bandwidth*



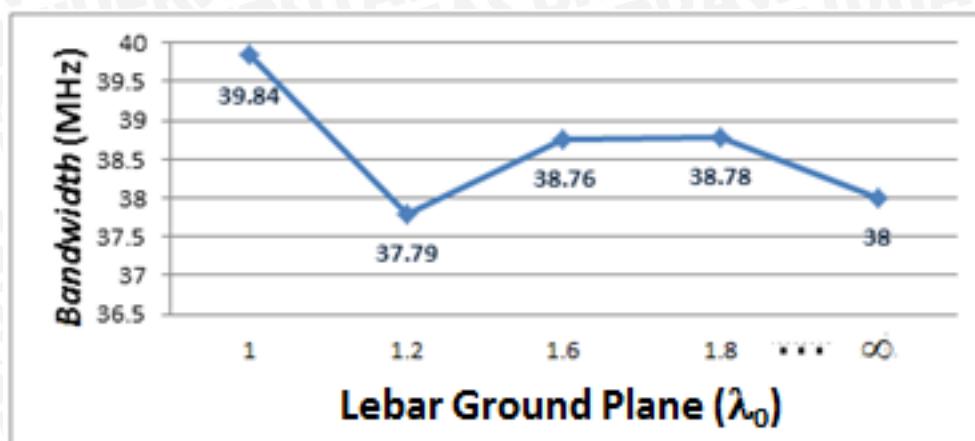
Grafik 5.21 Hubungan Frekuensi resonansi dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kiri

Sumber : Analisis Simulasi



Grafik 5.22 Hubungan VSWR dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kiri

Sumber : Analisis Simulasi

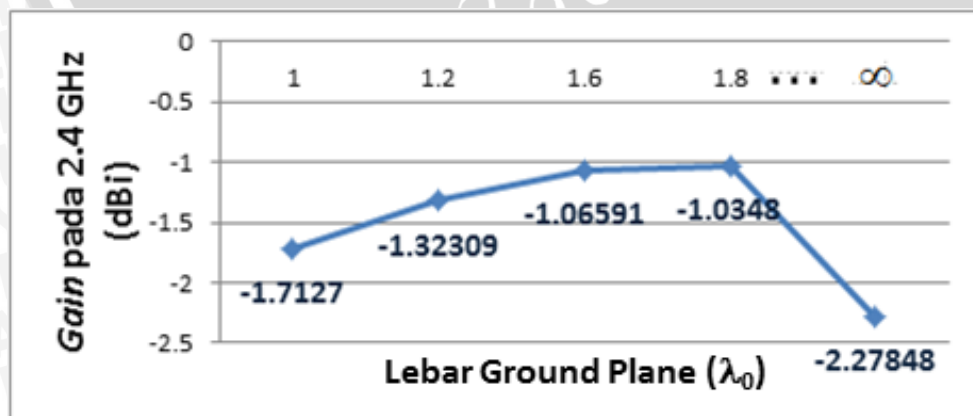


Grafik 5.23 Hubungan Bandwidth dengan Pertambahan Lebar Finite Ground Plane ke kiri

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.21, terjadi pergeseran frekuensi menjadi 2.425 GHz resonansi ketika *ground plane* yang semula (pada simulasi) berupa *infinite* diubah menjadi *finite*.
- Berdasarkan grafik 5.22, nilai VSWR pada frekuensi 2.4 GHz cenderung semakin besar ketika ketika lebar *ground plane* semakin bertambah ke kiri. Nilai VSWR yang diperoleh ketika *ground plane* yang semula *infinite* diubah menjadi *finite* berkisar pada rentang 1.92 - 1.93.
- Berdasarkan grafik 5.23, nilai *bandwidth* mengalami naik turun ketika ketika panjang *ground plane* semakin bertambah ke kiri. Nilai *bandwidth* yang diperoleh berkisar antara 37 – 38 MHz.

b. Gain

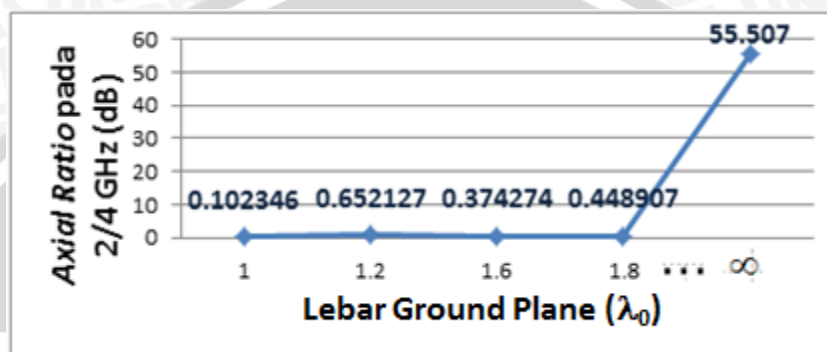


Grafik 5.24 Hubungan Gain dengan Pertambahan Lebar Finite Ground Plane ke kiri

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.24, nilai *gain* pada konfigurasi *finite ground plane* cenderung semakin besar ketika lebar *ground plane* semakin bertambah ke kiri. Nilai *gain* yang diperoleh lebih baik dibandingkan dengan *gain* pada konfigurasi *infinite ground plane* meskipun nilainya masih negatif.

c. Polarisasi

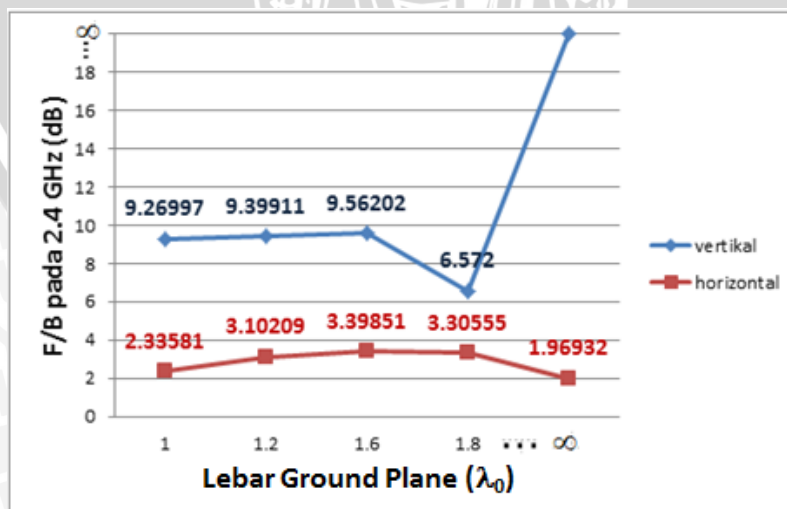


Grafik 5.25 Hubungan *Gain* dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kiri

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.25, nilai *axial ratio* pada konfigurasi *finite ground plane* cenderung konstan yaitu nilainya mendekati 0 dB. Polarisasi yang terjadi adalah lingkaran, sedangkan polarisasi yang terjadi pada konfigurasi *infinite ground plane* adalah linier.

d. Pola Radiasi



Grafik 5.26 Hubungan *Front to Back Ratio* dengan Pertambahan Lebar *Finite Ground Plane* ke kiri

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.26, nilai F/B (dB) vertikal semakin besar pada lebar *ground plane* 1-1.6 λ_0 , kecuali pada lebar *ground plane* 1.8 λ_0 . Nilai F/B (dB) horizontal cenderung semakin besar ketika lebar *ground plane* semakin bertambah ke kiri. Nilai F/B (dB) vertikal dan horizontal pada konfigurasi *finite* yang semakin besar menandakan daya maksimum pada *minor lobe* vertikal dan horizontal semakin kecil.
- Nilai F/B (dB) vertikal konfigurasi *infinite* lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *finite*. Nilai F/B (dB) horizontal konfigurasi *finite* lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *infinite*.

5.2.2 Analisis Hasil Simulasi Pengaruh Luas *Finite Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang

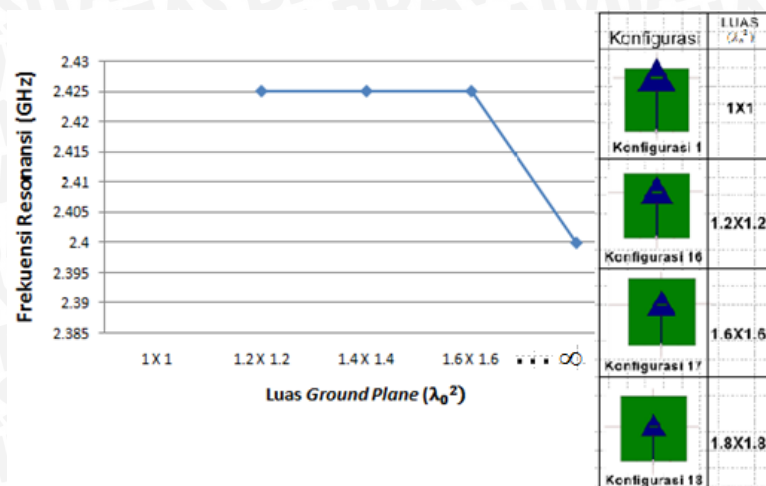
Tabel 5.7 Pengaruh Luas *Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang
Variabel : *Ground Plane* persegi dengan pertambahan luas (sisi persegi bertambah sebesar 0.2 λ_0)

NO	KONFIGURASI	Luas <i>Ground Plane</i> (λ_0^2)	f_r (GHz)	VSWR pada 2.4 GHz	BANDWIDTH (MHz)	Gain pada 2.4 GHz (dBi)	Polarisasi pada 2.4 GHz		Bentuk Pola Radiasi	F/B (dB) pada 2.4 GHz		-3 dB Beamwidth	
							Axial Ratio (dB)	Bentuk Polarisasi		Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal
1	Konfigurasi 1	1 X 1	-	8.43145	0	-5.83182	1.30991	Lingkaran	Directional	5.91636	∞	82.6997	48.5633
2	Konfigurasi 16	1.2 X 1.2	2.425	1.92749	35.84	-1.81709	1.01895	Lingkaran	Directional	8.09598	4.61103	46.6499	74.9511
3	Konfigurasi 17	1.4 X 1.4	2.425	1.9414	37.89	-0.846271	0.747022	Lingkaran	Directional	9.67161	4.00331	48.5299	82.65
4	Konfigurasi 18	1.6 X 1.6	2.425	1.96179	37.1	-1.9571	1.05213	Lingkaran	Directional	8.38231	2.27561	53.6385	92.131
5	Konfigurasi Infinite	∞	2.4	1.74786	38	-2.27848	55.507	Linier	Directional	∞	1.96932	61.6651	58.2553

Sumber : Simulasi

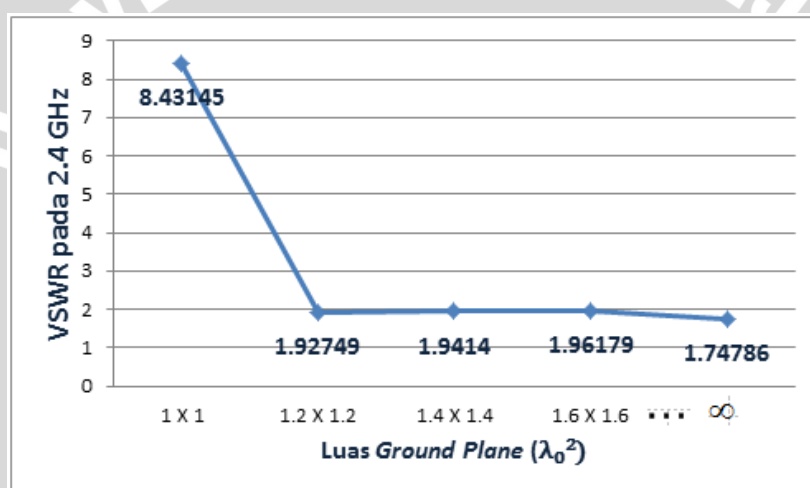
Pada *range* simulasi 2.3 – 2.5 GHz dan frekuensi kerja perencanaan 2.4 GHz, seiring pertambahan luas *finite ground plane* memberikan pengaruh terhadap parameter antenna sebagai berikut :

- Frekuensi resonansi, VSWR, dan *Bandwidth*



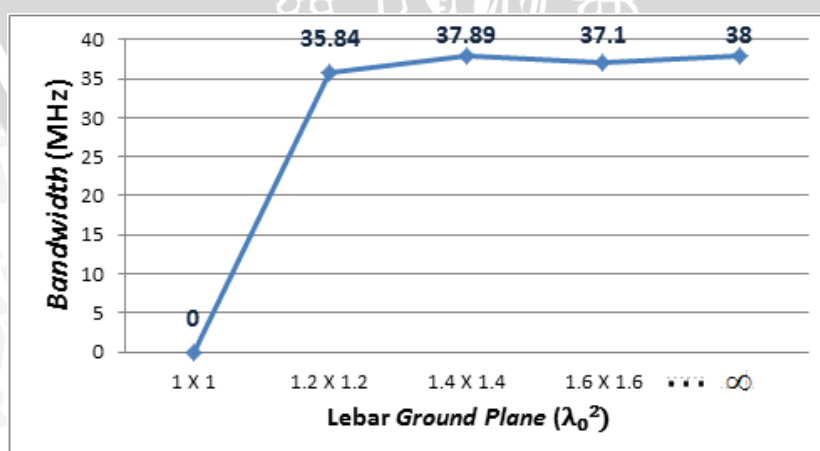
Grafik 5.27 Hubungan Frekuensi Resonansi dengan Pertambahan Luas *Finite Ground Plane*

Sumber : Analisis Simulasi



Grafik 5.28 Hubungan VSWR dengan Pertambahan Luas *Finite Ground Plane*

Sumber : Analisis Simulasi

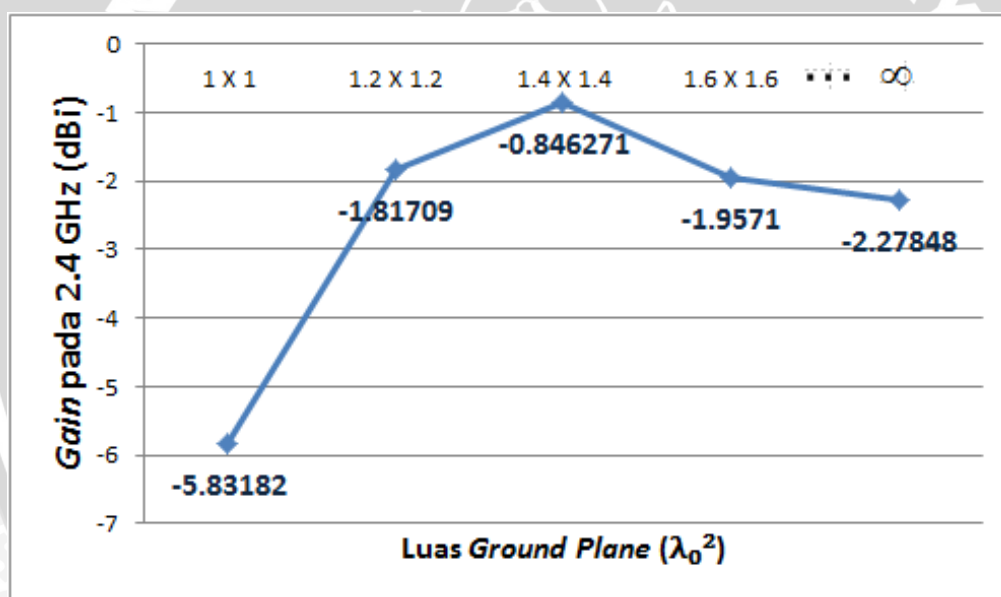


Grafik 5.29 Hubungan *Bandwidth* dengan Pertambahan Luas *Finite Ground Plane*

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.27, terjadi pergeseran frekuensi resonansi menjadi 2.425 GHz ketika *ground plane* yang semula (pada simulasi) berupa *infinite* diubah menjadi *finite*, kecuali pada luas *ground plane* $1 \times 1 \lambda_0^2$ (tidak terjadi frekuensi resonansi) yang disebabkan oleh *ground plane* yang tidak mencakup elemen peradiasi secara keseluruhan.
- Berdasarkan grafik 5.28, nilai VSWR pada frekuensi 2.4 GHz cenderung semakin kecil ketika dimensi *ground plane* semakin luas. Pada *ground plane* dengan luas $1 \times 1 \lambda_0^2$, nilai VSWR tidak begitu baik karena *ground plane* yang tidak mencakup elemen peradiasi secara keseluruhan.
- Berdasarkan grafik 5.29, nilai *bandwidth* mengalami kenaikan ketika dimensi *ground plane* semakin luas.

b. Gain

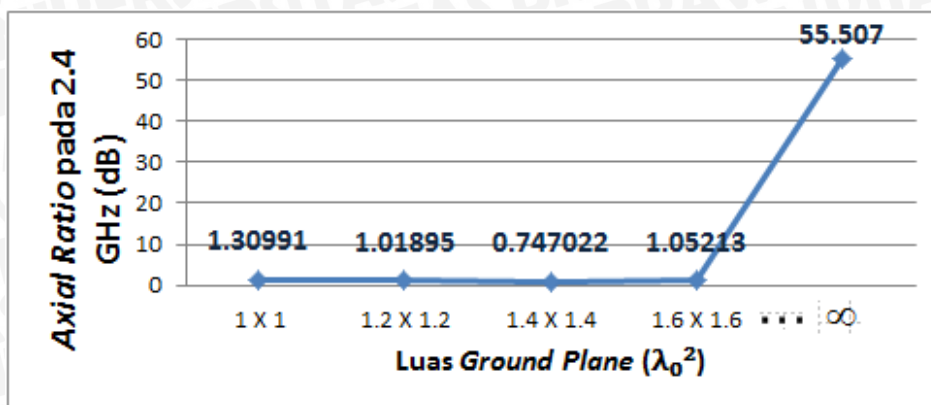


Grafik 5.30 Hubungan Gain dengan Pertambahan Luas Finite Ground Plane

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.30, nilai *gain* pada awalnya naik namun kemudian turun lagi setelah pada luas *ground plane* $1.4 \times 1.4 \lambda_0^2$. *Gain* pada konfigurasi *finite ground plane* lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *infinite ground plane*, kecuali *gain* pada luas *ground plane* $1 \times 1 \lambda_0^2$ yang disebabkan oleh *ground plane* yang tidak mencakup elemen peradiasi secara keseluruhan.

c. Polarisasi

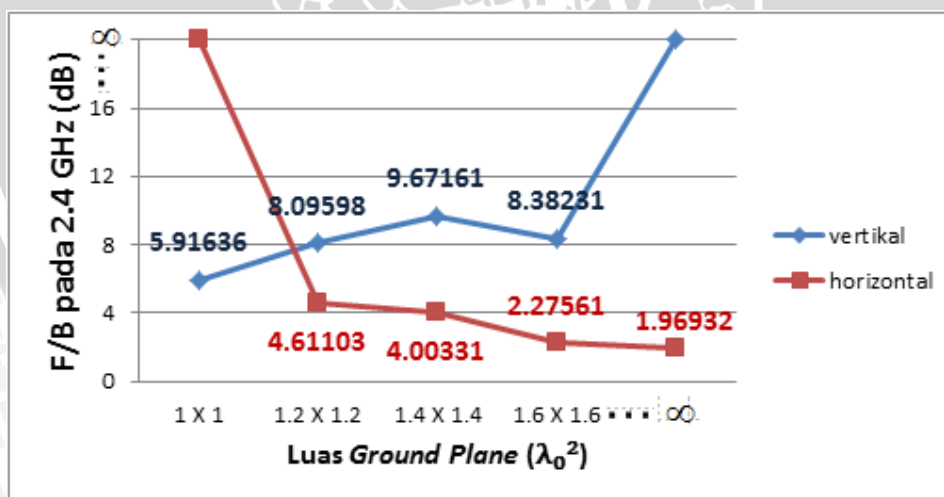


Grafik 5.31 Hubungan Axial Ratio dengan Pertambahan Luas Finite Ground Plane

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.31, nilai *axial ratio* pada konfigurasi *finite ground plane* cenderung konstan ketika luas *ground plane* semakin besar yaitu berkisar 1 dB. Polarisasi yang terjadi pada konfigurasi *finite ground plane* adalah lingkaran, sedangkan polarisasi yang terjadi pada konfigurasi *infinite ground plane* adalah linier.

d. Pola Radiasi



Grafik 5.32 Hubungan Front to Back Ratio dengan Pertambahan Luas Finite Ground Plane

Sumber : Analisis Simulasi

- Berdasarkan grafik 5.32, nilai F/B (dB) vertikal cenderung semakin besar ketika dimensi *ground plane* semakin luas. Nilai F/B (dB) vertikal yang semakin besar menandakan daya maksimum pada *minor lobe* vertikal semakin kecil. Nilai F/B

(dB) horizontal cenderung semakin kecil ketika dimensi *ground plane* semakin luas. Nilai F/B (dB) horizontal semakin kecil menandakan daya maksimum pada *minor lobe* horizontal semakin besar.

5.2.3 Analisis Hasil Simulasi Pengaruh Peletakan Antena pada *Finite Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang

Pada pengubahan letak antena pada *ground plane* digunakan konfigurasi 10 sebagai bentuk awal yang mana *ground plane* memiliki dimensi $l = 1.2 \lambda_0$ dan $p = 1.4 \lambda_0$.

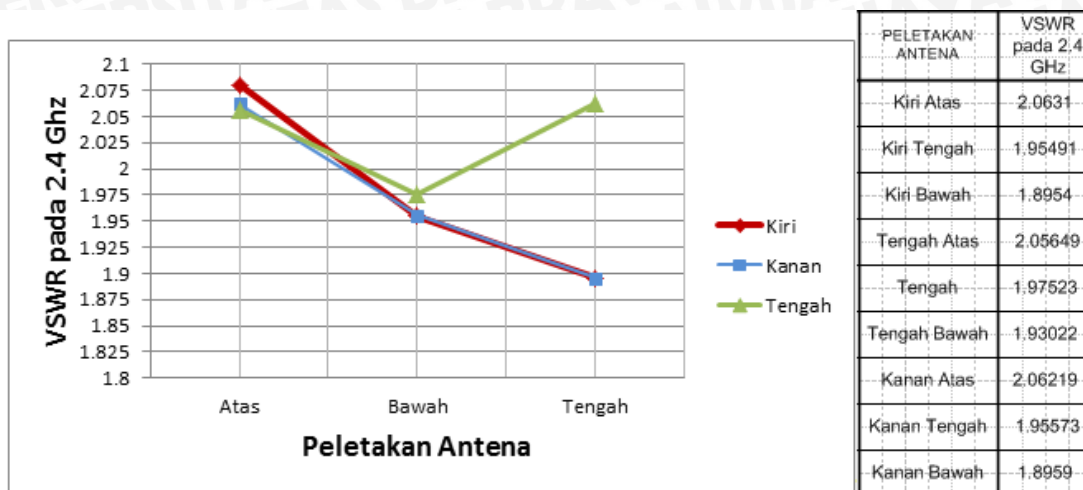
Tabel 5.8 Pengaruh Peletakan Antena pada *Ground Plane* terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Segitiga Sama Sisi dengan Slot Persegi Panjang
Variabel : Modifikasi peletakan antena pada *ground plane* berdimensi $p = 1.2 \lambda_0$ dan $l = 1.4 \lambda_0$

NO	KONFIGURASI	PELETAKAN ANTENA	f_r (GHz)	VSWR pada 2.4 GHz	BANDWIDTH (MHz)	Gain pada 2.4 GHz (dBi)	Polarisasi pada 2.4 GHz		Bentuk Pola Radiasi	F/B (dB) pada 2.4 GHz		-3 dB Beamwidth	
							Axial Ratio (dB)	Bentuk Polarisasi		Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal
1	Konfigurasi 22	Kiri Atas	2.425	2.0631	33.32	-2.89311	0.389169	Lingkaran	Directional	7.27716	4.18445	45.3579	61.8189
2	Konfigurasi 23	Kiri Tengah	2.425	1.95491	40.84	-0.909984	1.06255	Lingkaran	Directional	11.9584	3.02497	44.3316	65.7368
3	Konfigurasi 24	Kiri Bawah	2.425	1.8954	40.2	-1.42369	0.68562	Lingkaran	Directional	9.62868	1.96953	50.7241	78.8471
4	Konfigurasi 25	Tengah Atas	2.425	2.05649	32.93	-2.90784	2.31297	Lingkaran	Directional	7.50074	3.60521	46.2629	67.1565
5	Konfigurasi 26	Tengah	2.425	1.97523	38.51	-1.16632	0.320145	Lingkaran	Directional	9.97012	3.4756	45.8344	70.0681
6	Konfigurasi 27	Tengah Bawah	2.425	1.93022	37.57	-1.29255	0.272834	Lingkaran	Directional	9.45347	3.2692	50.2182	87.5295
7	Konfigurasi 28	Kanan Atas	2.425	2.06219	33.09	-2.88333	0.345679	Lingkaran	Directional	7.27455	4.2351	45.3548	62.0719
8	Konfigurasi 29	Kanan Tengah	2.425	1.95573	40.57	-0.910942	0.867177	Lingkaran	Directional	11.9203	3.04232	44.3354	65.907
9	Konfigurasi 30	Kanan Bawah	2.425	1.8959	33.09	-1.41458	0.81041	Lingkaran	Directional	9.60557	2.00279	50.746	79.1058

Sumber : Simulasi

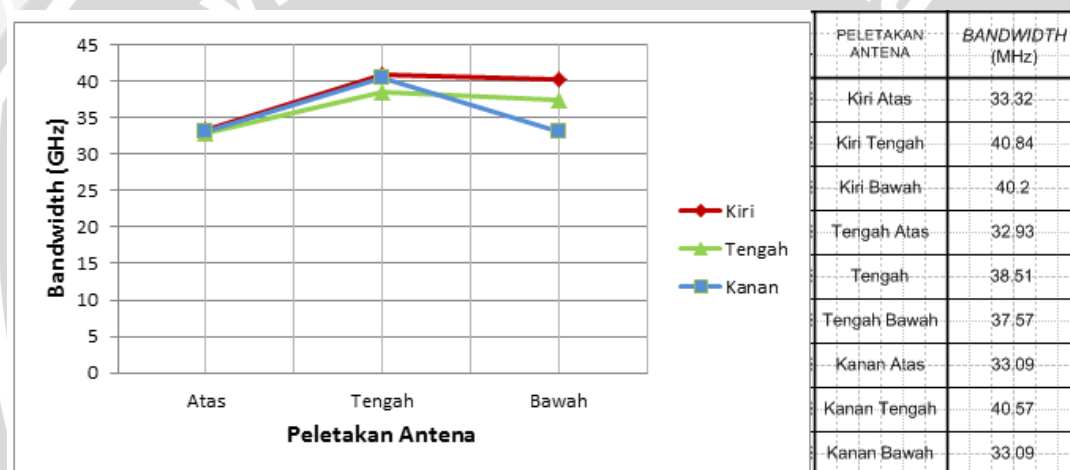
Pada *range* simulasi 2.3 – 2.5 GHz dan frekuensi kerja perencanaan 2.4 GHz, seiring pertambahan luas *finite ground plane* memberikan pengaruh terhadap parameter antena sebagai berikut :

- Frekuensi resonansi, VSWR, dan *Bandwidth*



Grafik 5.33 Hubungan VSWR dengan Peletakan Antena pada *Ground Plane*

Sumber : Analisis Simulasi



Grafik 5.34 Hubungan *Bandwidth* dengan Peletakan Antena pada *Ground Plane*

Sumber : Analisis Simulasi

- Frekuensi resonansi bergeser ke kanan sebesar 0.025 GHz ke kanan yaitu 2.425 GHz pada semua variabel peletakan antena pada *ground plane*.
- Nilai VSWR semakin kecil, ketika antena diletakkan pada *ground plane* baik pada bagian kanan maupun kiri yang digeser dari atas menuju ke bawah. Pada bagian tengah, nilai VSWR semakin kecil ketika antena digeser dari atas ke tengah, kemudian nilainya naik kembali ketika digeser semakin ke bawah.
- *Bandwidth* cenderung semakin besar ketika antena yang diletakkan baik pada bagian kiri, tengah maupun kanan bergeser dari atas ke tengah, namun ketika antena digeser dari tengah ke bawah, *bandwidth* yang dihasilkan semakin kecil.