

## SIMULASI DAN PERBANDINGAN PERFORMANSI ANTENA CELAH FRAKTAL KOCH UNTUK RADAR TEMBUS TEMBOK

### *SIMULATION AND COMPARATION OF FRACTAL KOCH SLOT ANTENNA PERFORMANCE FOR WALL PENETRATING RADAR*

Febryan Pasca Ramadhan<sup>1</sup>, Heroe Wijanto<sup>2</sup>, Edwar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>febrianpasca@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>heroewijanto@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>edwarm@telkomuniversity.ac.id

---

#### Abstrak

Pada penelitian tugas akhir ini dirancang sebuah antenna mikrostrip *Fractal Koch* dengan orde iterasi ke-2 dengan melakukan rekayasa ukuran *patch* dan optimasi pada *groundplane*. Setelah itu antenna *fractal* disimulasikan pada aplikasi radar tembus tembok. Kemudian akan dibandingkan dengan menggunakan bentuk *slot*, bahan, dan bentuk *groundplane* yang berbeda dan melakukan penambahan *reflector*. Sehingga dari perubahan metode ini akan dianalisa perubahan parameter yang terjadi agar antenna dapat bekerja dengan baik pada aplikasi radar tembus tembok. Hasil dari tugas akhir ini adalah menggunakan *slot* pada *patch* antenna *fractal* dapat menurunkan nilai *bandwidth* dan *gain* dari antenna, penggunaan bahan FR-4 menghasilkan *bandwidth* yang lebih besar dan *gain* lebih kecil jika dibandingkan dengan menggunakan bahan Roger Duroid RT5880 yang menghasilkan *bandwidth* yang lebih kecil namun menghasilkan *gain* yang lebih besar. Memberikan celah pada *groundplane* dapat meningkatkan *bandwidth* namun mengakibatkan penurunan nilai *gain* dan perubahan pola radiasi. Kemudian dengan menambahkan *reflector* dapat meningkatkan *gain* dan mengembalikan bentuk pola radiasi yang diakibatkan dari penambahan celah pada *groundplane*. Hasil akhir dari perancangan antenna *fractal Koch* adalah menghasilkan gain sebesar 6,825 dBi, VSWR 1,69, *return loss* -13,73 dB, pola radiasi *unidirectional*, dan *bandwidth* 7,5 GHz.

**Kata Kunci:** Antena *Fractal Koch*, Radar Tembus Tembok, *Slot*, *Reflector*

---

#### Abstract

In this final project research, a Fractal Koch microstrip antenna was designed with the 2nd iteration order by patching the size and optimizing the groundplane. After that the fractal antenna is simulated in a translucent radar application. Then it will be compared using different shapes of slots, materials, and groundplane shapes and adding reflectors. So that the change of this method will be analyzed the parameter changes that occur so that the antenna can work well in translucent radar applications. The results of this thesis is using a slot on the fractal patch antenna can reduce the bandwidth and gain of the antenna, the use of FR-4 material produces greater bandwidth and smaller gain when compared with using Roger Duroid RT5880 material which results in a smaller bandwidth but produce a greater gain. Giving a gap to the groundplane can increase bandwidth but cause a decrease in the gain value and changes in radiation patterns. Then adding a reflector can increase the gain and restore the shape of the radiation pattern resulting from the addition of a gap in the groundplane. The final result of the Koch fractal antenna design is to produce a gain of 6.825 dBi, VSWR 1.69, return loss of -13.73 dB, unidirectional radiation pattern, and 7.5 GHz bandwidth.

**Keywords:** *Fractal Koch Antenna*, *Wall Penetrating Radar*, *Slot*, *Reflector*

---

## 1. Pendahuluan

*Wall Penetrating Radar* (WPR) merupakan teknologi yang sedang banyak diminati saat ini. Kegunaannya adalah untuk mengetahui struktur dinding pada bangunan dengan menggunakan gelombang elektromagnetik untuk menentukan tata letak bangunan, mengidentifikasi objek yang berada dibalik dinding, mendeteksi, dan melacak objek yang bergerak [1]. Antena adalah transducer yang dapat mengkonversi energi elektromagnetik dalam saluran transmisi kemudian akan dipancarkan ke ruang bebas. Antena juga dapat dilihat sebagai trafo impedansi, sambungan antara masukan atau impedansi linier, dan impedansi ruang bebas[2].

Dalam pengaplikasiannya, teknologi UWB dibutuhkan oleh radar tembus tembok untuk mendapatkan resolusi yang baik dalam hal pencitraan. *Federal Communications Commission* (FCC) menetapkan bahwa penggunaan *bandwidth* dari *Ultra-Wideband* adalah pada rentang frekuensi 3,1 GHz – 10,6 GHz untuk kepentingan radar tembus tembok[2]. Untuk mendukung sistem UWB dalam pengaplikasian radar tembus tembok dibutuhkan antenna yang *compact*, dan efisien radiasi yang tinggi dan relatif stabil dalam *band frequency*

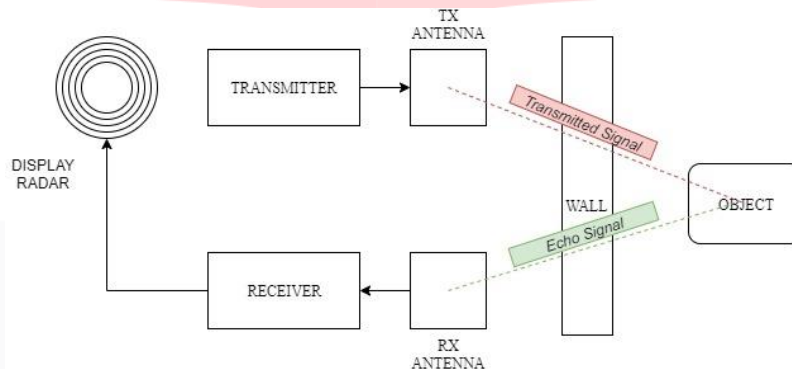
operasi. Oleh karena itu antenna yang akan dirancang adalah antenna microstrip dengan *patch fractal koch* dengan *slot* dan substrat yang digunakan adalah Rogers Duroid RT5880 dengan konstanta dielektrik  $\epsilon_r = 2,2$  dan memiliki ketebalan substrat 1,575 mm dan bekerja pada frekuensi 3,1 GHz – 10,6 GHz dengan lebar *bandwidth* 7,5 GHz.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi

Bab ini berisi tentang definisi dan konsep dasar dari metode-metode yang penulis gunakan untuk merancang tugas akhir ini.

### 2.1 Radar Tembus Tembok

*Radio Detection and Ranging* (Radar) adalah suatu sistem deteksi gelombang radio yang dimana memiliki kegunaan untuk mendeteksi, mengukur jarak, dan memetakan benda-benda seperti pesawat atau militer. Gelombang radio yang dihasilkan akan dipancarkan oleh radar akan mengalami pemantulan saat mengenali target. Kemudian, pantulan gelombang yang menuju kearah radar akan ditangkap kembali. Dengan menganalisa sinyal hasil pantulan tersebut, radar akan dapat mendeteksi adanya objek dan dapat ditentukan lokasinya. Gambar 1 menunjukkan bahwa transmitter akan memancarkan sinyal ke dinding dan mengenai objek, kemudian objek akan memantulkan kembali sinyal berupa sinyal *echo*, kemudian sinyal *echo* akan ditangkap oleh receiver dan akan ditampilkan ke *radar display*[3][4].



**Gambar 1** Blok Sistem Radar Tembus Tembok

### 2.2 Ultra-Wideband (UWB)

*Ultra-Wideband* memiliki kemampuan untuk membawa sinyal melalui pintu dan rintangan lain yang cenderung mencerminkan sinyal pada *bandwidth* yang lebih terbatas dan pada tingkat daya yang tinggi. Pengaplikasian UWB saat ini telah dikembangkan untuk kepentingan radar tembus tembok. *Federal Communications Commission* (FCC) menetapkan penggunaan *bandwidth* dari UWB adalah pada rentang 3,1 GHz – 10,6 GHz untuk kepentingan radar tembus tembok. Selain itu, dalam aplikasi UWB *bandwidth* minimal adalah 500 MHz atau memiliki *Fractional Bandwidth* (FWB) lebih dari 20%. Dengan FWB sebagai berikut :

$$FWB = \frac{\Delta f}{f_c} = \frac{f_h - f_l}{f_c} \quad (1)$$

Dimana ( $\Delta f$ ) merupakan rentang frekuensi kerja yang dibatasi oleh frekuensi atas ( $f_h$ ) dan frekuensi bawah ( $f_l$ ) serta merupakan frekuensi tengah ( $f_c$ )[2][6]. Kelebihan dari aplikasi UWB untuk radar tembus tembok adalah sebagai berikut

1. Memiliki *bandwidth* yang lebar.
2. Memiliki *data rate* yang tinggi.
3. Konsumsi energi rendah.
4. Dapat memberikan pencitraan dengan resolusi yang tinggi.

Rentang resolusi berdampak besar terhadap kualitas resolusi, yang dimana semakin kecil nilai rentang resolusi, resolusi yang dihasilkan akan semakin tajam/jelas, dan sebaliknya semakin besar nilai rentang resolusi maka resolusi yang dihasilkan akan semakin rendah. Untuk perhitungan rentang resolusi bisa dilihat pada persamaan 2.2

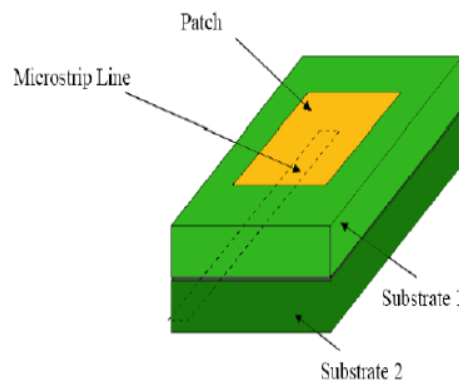
$$R_{res} = \frac{1,39c}{2B\sqrt{\epsilon r}} \quad (2)$$

### 2.3 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip menjadi salah satu antenna yang banyak digunakan untuk pengaplikasian dengan frekuensi tinggi, dikarenakan antenna mikrostrip lebih fleksibel terhadap desain bentuk. Antenna mikrostrip memiliki keuntungan, diantaranya adalah massa yang ringan, biaya fabrikasi yang terjangkau, dan dalam perancangan untuk polarisasi linie atau sirkular dapat dibuat dengan catuan yang sederhana, *dual*-frekuensi atau *dual*-polarisasi dapat dibuat dengan mudah. Antena mikrostrip secara umum terdiri dari 4 komponen utama yaitu *groundplane*, substrat, saluran pencatu (*feedline*), dan peradiasi (*patch*)[3].

### 2.4 Teknik Pencatuan

Teknik pencatuan *proximity coupled*, *feedline* dihapit diantara dua substrat. Keuntungan dari teknik pencatuan *proximity coupled* diantaranya *bandwidth* yang dihasilkan lebih lebar jika dibandingkan dengan Teknik pencatuan yang lain[8]. Untuk bentuk *proximity coupled* bisa dilihat pada Gambar 2



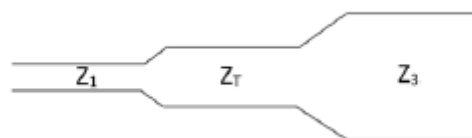
Gambar 2 Teknik Pencatuan *Proximity Coupled*<sup>[8]</sup>

### 2.4 Deflected Ground Structure (DGS)

*Deflected Ground Structure* (DGS) adalah salah satu Teknik pemberian celah (*slot*) pada bagian *groundplane*. Dengan memberikan *slot* dapat mengganggu distribusi dari *groundplane* sehingga dapat mengubah karakteristik *transmission line*. Selain itu, metode DGS dapat memperlebar *bandwidth*[8].

### 2.5 Matching Impedance

Dalam proses perancangan antenna erat kaitannya dengan *matching impedance*. Saluran transmisi pada antenna dapat dikatakan *match* atau sesuai apabila tidak ada gelombang yang kembali (terpantul) antara daerah saluran beban atau dapat dikatakan bahwa  $Z_0 = Z_L$ . Dimana  $Z_0$  adalah impedansi karakteristik yang bernilai  $50 \Omega$ , sedangkan  $Z_L$  adalah impedansi beban. Saluran transmisi berfungsi sebagai transfer daya, sehingga diharuskan *matching* antara beban dengan saluran transmisi supaya daya yang dikirimkan dapat maksimum[9]. Untuk *matching impedance* dapat dilihat pada Gambar 3

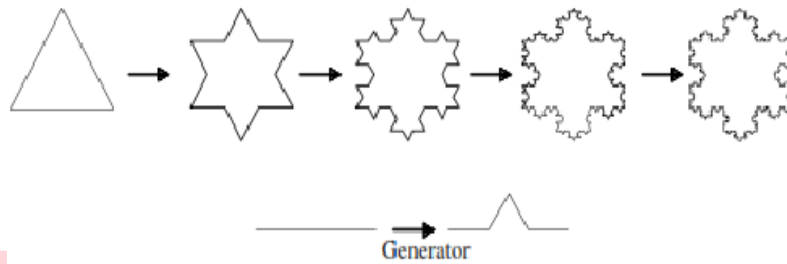


Gambar 3 Transformator  $\lambda/4$  pada Antena Tunggal<sup>[9]</sup>

### 2.6 Fractal Koch

Secara umum *fractal koch* dapat didefinisikan sebagai bentuk geometri yang dapat difragmentasi atau dibagi-bagi menjadi bagian yang lebih kecil karena apabila hasil pembagian diperbesar maka akan membentuk dimensi dengan bentuk aslinya. *Fractal* berawal dari keterbatasan antenna mikrostrip untuk frekuensi tinggi,

sehingga untuk merancang antenna mikrostrip di frekuensi rendah akan menyebabkan meningkatnya dimensi pada antenna. Dengan menggunakan antenna *fractal*, maka dimensi antenna yang besar tersebut dapat direduksi[3][11].



**Gambar 4** Iterasi Pada Antena Fractal Koch<sup>[11]</sup>

Antena *fractal koch* merupakan salah satu jenis antenna yang berbentuk kurva segitiga dengan penambahan segitiga sama sisi yang presisi dengan ukuran yang kecil sesuai dengan sifat *fractal*.

1. Iterasi Ke-0, digunakan untuk menentukan panjang mula-mula segitiga dengan menggunakan persamaan (2), (3), dan (4).

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (3)$$

Persamaan (2) digunakan untuk menentukan panjang gelombang sedangkan persamaan (3) digunakan untuk menentukan panjang mula-mula segitiga sama sisi.

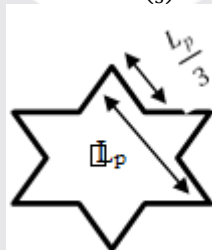
$$L_0 = \frac{\lambda}{4} \quad (4)$$

$$L_0 = L_p \left(\frac{4}{3}\right)^0 \quad (5)$$

**Gambar 5** Fractal Koch Iterasi Ke-0

2. Iterasi Ke-1, segitiga dibagi menjadi 3 bagian dengan ukuran yang sama panjang. Pembagian tersebut merupakan pembagian dari panjang sisi sisi segitiga mula-mula ( $L_p$ )

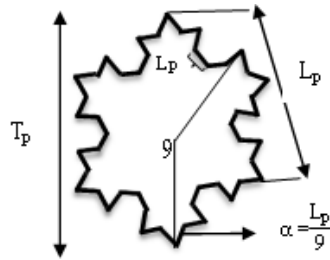
$$L_1 = L_p \left(\frac{4}{3}\right)^1 \quad (6)$$



**Gambar 6** Fractal Koch Iterasi Ke-1

3. Iterasi Ke-2 dan seterusnya, segitiga akan dibagi menjadi 3 bagian dengan ukuran yang sama panjang sampai iterasi ke-n atau tak hingga disebut *koch snowflake*.

$$L_2 = L_p \left(\frac{4}{3}\right)^2 \quad (7)$$

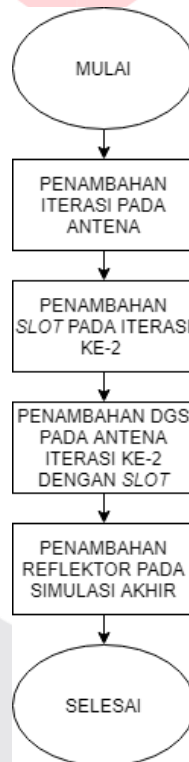


Gambar 7 Fractal Koch Iterasi Ke-2

### 3 Perancangan Antena

#### 3.1 Alur Perancangan Antena

Pada perancangan antena mikrostrip *fractal koch* untuk pengaplikasian radar tembus tembok memerlukan beberapa metode untuk mendapatkan spesifikasi yang dibutuhkan. Untuk alur perancangan antena dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8 Diagram Alir Perancangan Antena

Perancangan dimulai dengan dilakukannya penambahan jumlah iterasi pada antena fractal Koch, setelah menemukan hasil yang optimal pada iterasi ke-2, selanjutnya antena dengan iterasi ke-2 akan ditambahkan metode *slot* untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebar dan dimensi yang kecil. Kemudian untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebih lebar lagi maka ditambahkan metode DGS namun mengakibatkan *gain* menjadi kecil dan pola radiasi menjadi *bidirectional*. Untuk memperbaiki bentuk pola radiasi dan meningkatkan *gain* maka ditambahkan reflektor.

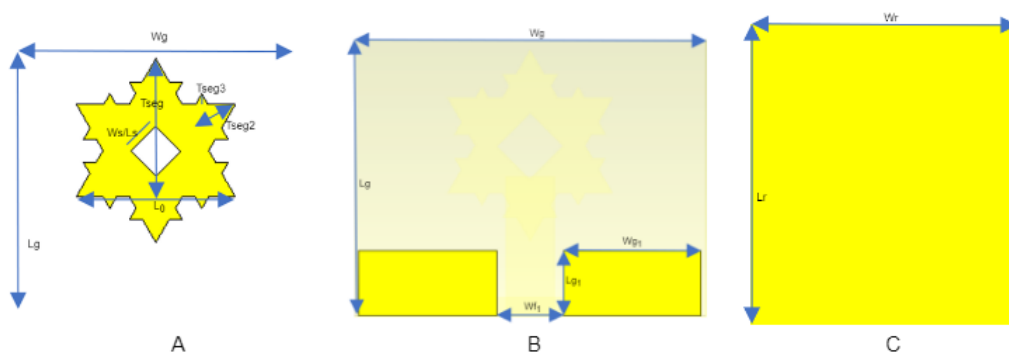
### 3.2 Spesifikasi Antena

Berdasarkan penelitian sebelumnya[4][5], uraian spesifikasi yang dibutuhkan tertera pada tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1** Spesifikasi Antena

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Tengah	6,85 GHz
Frekuensi Kerja	3,1 GHz – 10,6 GHz
VSWR	$\leq 2$
Return Loss	$\leq -10$ dB
Bandwidth	7,5 GHz
Pola Radiasi	Unidirectional
Gain	6 dB

### 3.3 Perancangan Antena



**Gambar 9** Desain (A) Patch, (B) Groundplane, (C) Reflektor Antena

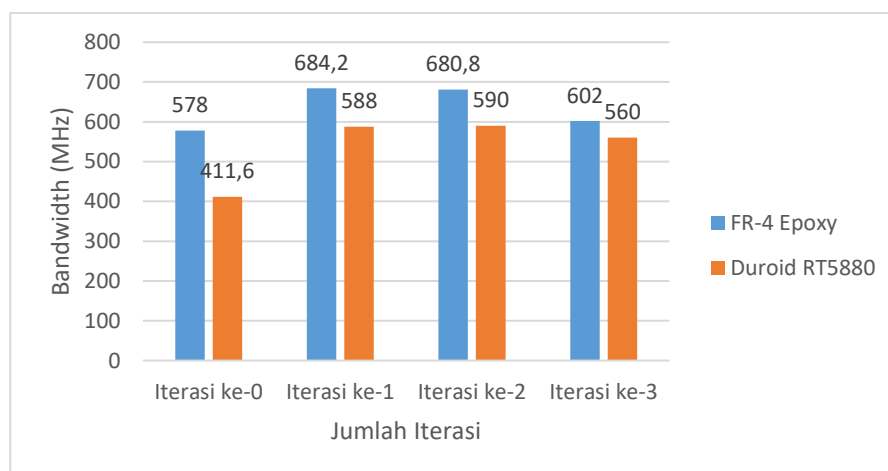
No	Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
1	Wg	38	Lebar Substat
2	Lg	30	Panjang Substrat
3	t	0,035	Tebal Tembaga
4	h	1,575	Tebal Substrat
5	Wf1	8	Lebar <i>Matching Impedance</i>
6	Lf1	2	Panjang <i>Matching Impedance</i>
7	Wg1	37	Lebar <i>Groundplane</i>
8	Lg1	7	Panjang <i>Groundplane</i>
9	Wg2	7,2	Lebar <i>Partial Groundplane</i>
10	Ws	5	Lebar <i>Slot</i>
11	Ls	5	Panjang <i>Slot</i>

12	Wr	40	Lebar <i>Reflector</i>
13	Lr	45	Panjang <i>Reflector</i>
14	Lo	18	Sisi awal Segitiga
15	Tseg1	15,58	Tinggi Segitiga Iterasi Ke-0
16	Tseg2	5,19	Tinggi Segitiga Iterasi Ke-1
17	Tseg3	1,49	Tinggi Segitiga Iterasi Ke-2
18	Wf1	5,4	Lebar <i>Feedline</i>

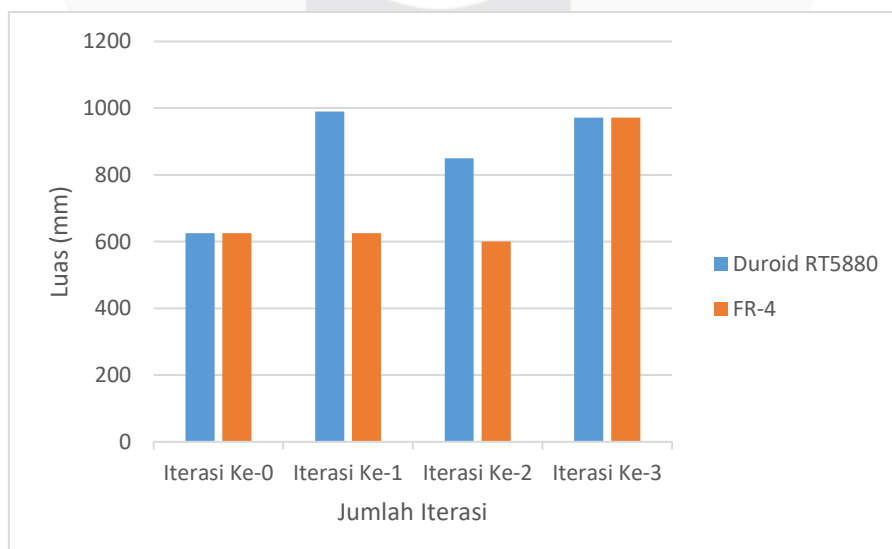
### 3.4 Analisis Tiap Iterasi Pada Antena *Fractal Koch*

Gambar 10 merupakan perbandingan *bandwidth* hasil simulasi tiap iterasi pada antena *fractal Koch*. Dapat dilihat, penambahan iterasi pada antena *fractal koch* dengan bahan substrat Duroid RT5880 berdampak terhadap perubahan *bandwidth*. *Trend* kenaikan *bandwidth* terjadi pada iterasi ke-0, ke-1, dan ke-2. Sedangkan penurunan/penyempitan *bandwidth* terjadi pada iterasi ke-3. Dengan artian atau dapat disimpulkan bahwa, keadaan antena di iterasi ke-2 dengan bahan substrat Duroid RT5880 merupakan keadaan paling optimal dari kenaikan iterasi.

Gambar 12 dapat dilihat, penambahan iterasi pada antena *fractal koch* berdampak terhadap perubahan *gain*. Kenaikan *gain* antena terjadi di iterasi ke-0, dan ke-1 sedangkan untuk penurunan *gain* terjadi pada iterasi ke-2 dan ke-3. Dari grafik dan gambar tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa antena *fractal Koch* dengan bahan substrat Duroid RT5880 mendapat *gain* tertinggi pada iterasi ke-1.



**Gambar 10** Pengaruh Kenaikan Iterasi Terhadap *Bandwidth* Antena



**Gambar 11** Perbandingan Jumlah Iterasi Terhadap Dimensi Antena

**Tabel 2** Perbandingan Dimensi Antena

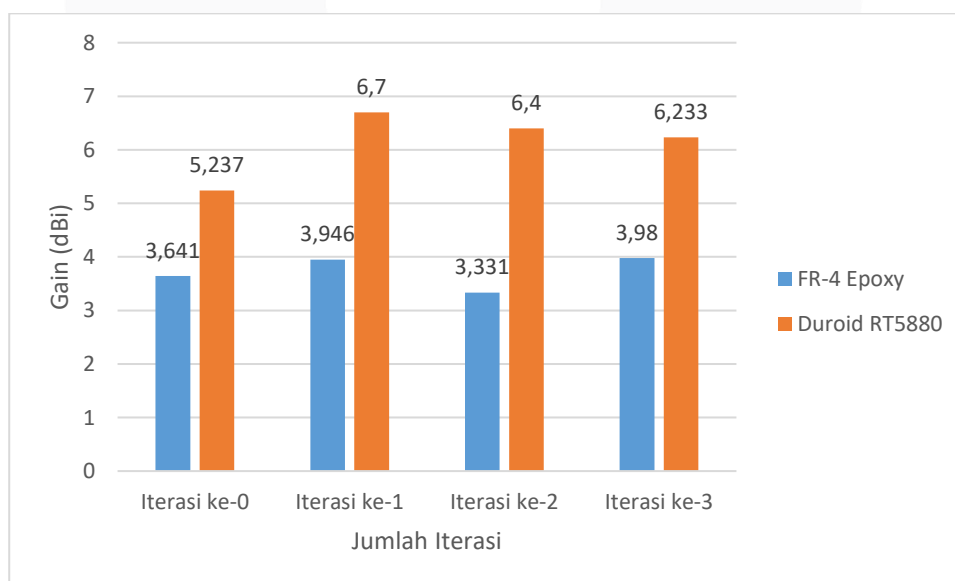
Jumlah Iterasi	Dimensi (mm) (P x L)	
	Bahan Substrat	
	Duroid	FR-4
Iterasi Ke-0	25 x 25	25 x 25
Iterasi Ke-1	30 x 33	25 x 25
Iterasi Ke-2	34 x 25	25 x 24
Iterasi Ke-3	29 x 33.5	29 x 33.5

Pada Tabel 2 menunjukkan pengaruh perubahan konstanta dielektrik substrat terhadap dimensi antena untuk setiap iterasi. Pada Gambar 10 terlihat bahwa konstanta dielektrik bahan substrat yang lebih besar, yaitu FR-4 dengan konstanta dielektrik  $\epsilon_r = 4,4$ , dapat memberikan dimensi antena yang lebih kecil dibandingkan dengan Duroid RT5880 yang memiliki konstanta dielektrik  $\epsilon_r = 2,2$ . Perbedaan tersebut khususnya terjadi pada iterasi fraktal ke-1 dan ke-2. Dengan demikian hasil simulasi di atas sejalan dengan persamaan 2.6 dan 2.7, meskipun terlihat tidak terjadi perbedaan dimensi pada iterasi fraktal ke-0 dan ke-3.

### 3.5 Analisis Jenis Bahan Pada Antena *Fractal Koch*

Pada Gambar 10 terlihat kenaikan iterasi pada antena *fractal koch* dengan bahan FR-4 berdampak terhadap perubahan *bandwidth*. *Trend* kenaikan *bandwidth* antena terjadi di iterasi ke-0, dan ke-1 sedangkan untuk penurunan *gain* terjadi pada iterasi ke-2 dan ke-3. Dari grafik dan gambar tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa antena *fractal koch* dengan bahan FR-4 mendapat *bandwidth* tertinggi pada iterasi ke-1.

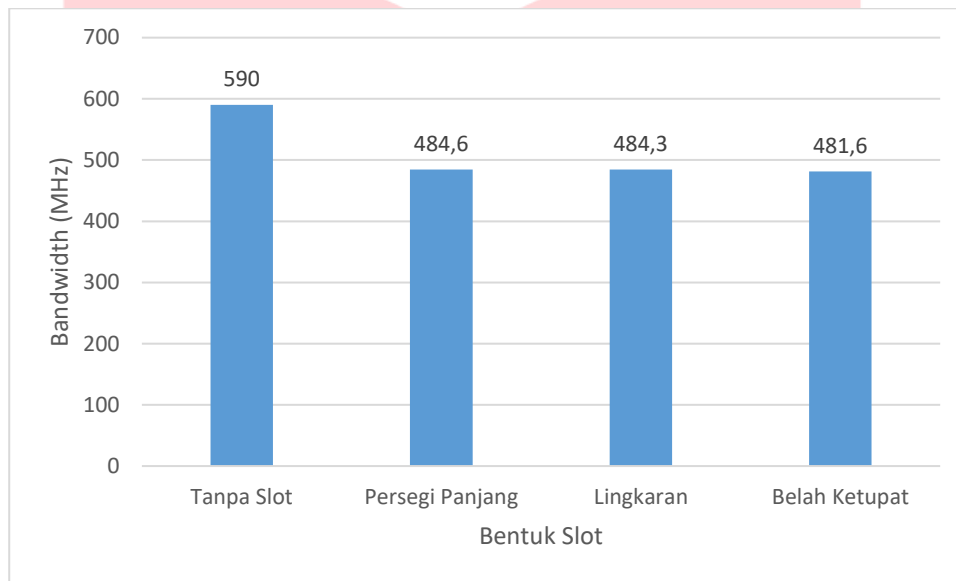
Pada Gambar 12 menunjukkan pengaruh penambahan iterasi terhadap *gain* yang dihasilkan. Grafik yang dihilkan menunjukkan nilai yang fluktuatif yang artinya nilai *gain* yang dihasilkan tiap kenaikan iterasi dengan bahan FR-4 menunjukkan nilai yang tidak stabil/naik turun. Dari iterasi ke-0 ke iterasi ke-1 antena mengalami kenaikan *gain*, lalu pada saat iterasi ke-1 ke iterasi ke-2 antena mengalami penurunan *gain*, dan di iterasi ke-2 ke iterasi ke-3 antena kembali mengalami kenaikan *gain*.

**Gambar 12** Pengaruh Kenaikan Iterasi Terhadap Gain Antena

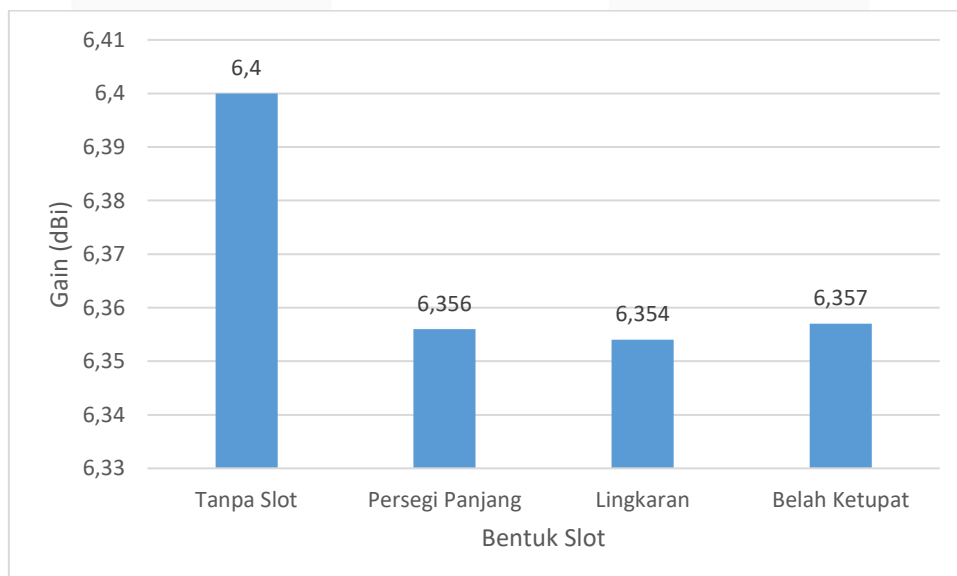


### 3.6 Analisis Bentuk Slot Pada Antena Fractal Koch

Pada Gambar 13 menunjukkan *bandwidth* yang dihasilkan dari penambahan *slot* pada antena *fractal Koch* iterasi ke-2 dengan bahan Duroid RT5880 mengalami penurunan/penyempitan jika dibandingkan dengan antena yang tidak menggunakan *slot*. dari ketiga *slot* yang digunakan, penggunaan *slot* dengan bentuk persegi panjang menghasilkan penyempitan *bandwidth* yang lebih kecil dari pada *slot* dengan bentuk lingkaran dan belah ketupat. Gambar 14 menunjukkan penggunaan *slot* juga menyebabkan penurunan *gain* dari antena. Terlihat dari antena yang tidak menggunakan *slot* menghasilkan *gain* yang lebih besar jika dibandingkan antena yang menggunakan *slot*. Dari ketiga *slot* yang digunakan, *slot* dengan bentuk belah ketupat menghasilkan penurunan *gain* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan *slot* dengan bentuk persegi panjang dan lingkaran.



**Gambar 13** Pengaruh Bentuk Slot Terhadap *Bandwidth* Antena Fraktal Koch Iterasi Ke-2

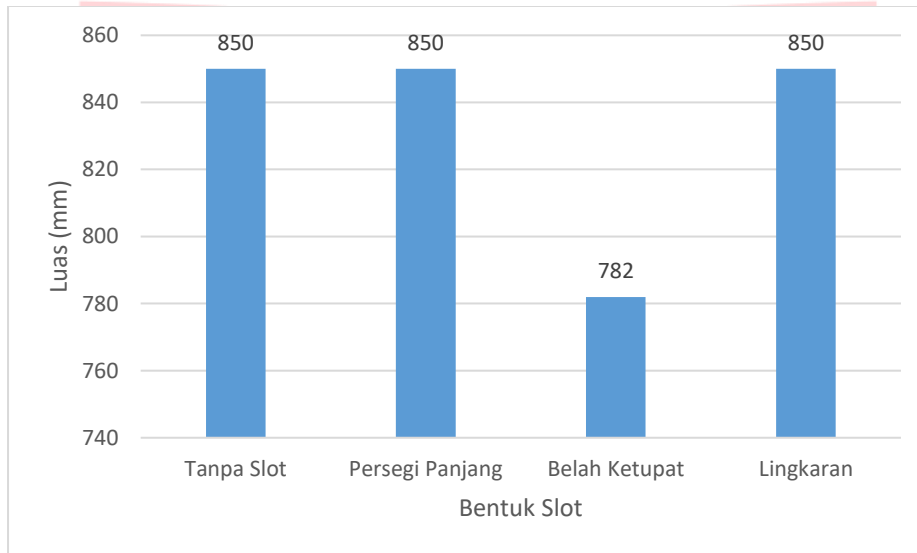


**Gambar 14** Pengaruh Bentuk Slot Terhadap *Gain* Antena Fraktal Koch Iterasi Ke-2

Tabel 3 dan Gambar 15 menunjukkan bahwa penggunaan *slot* dapat mereduksi dimensi antena. Khususnya antena dengan *slot* berbentuk belah ketupat. Meskipun tidak terjadi perubahan dimensi pada antena yang tidak menggunakan *slot* dan antena dengan *slot* berbentuk persegi panjang dan lingkaran.

Tabel 3 Perbandingan Dimensi Antena Terhadap Penambahan Slot

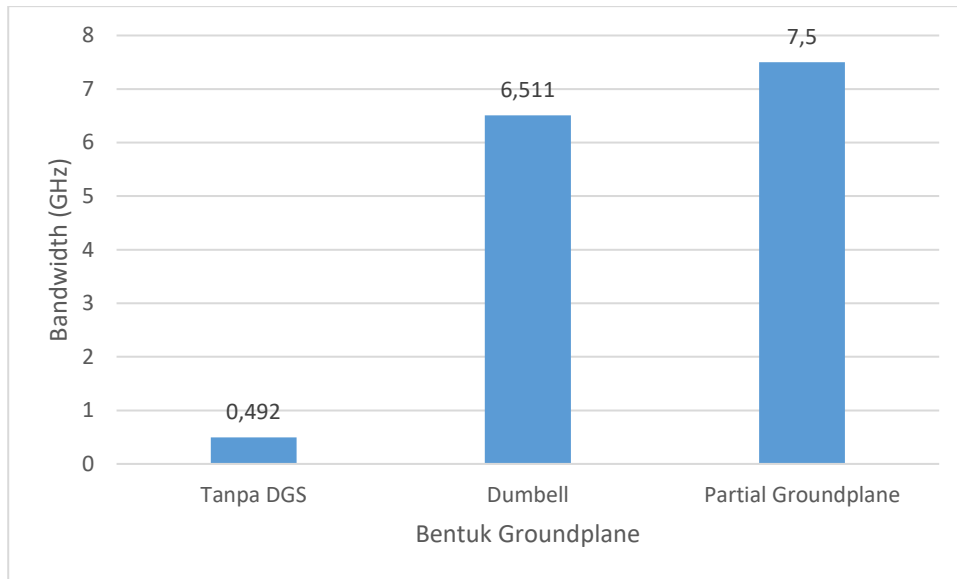
Bentuk Slot	Dimensi (mm) (P x L)
Tanpa Slot	34 x 25
Persegi Panjang	34 x 25
Belah Ketupat	34 x 23
Lingkaran	34 x 25



Gambar 15 Perbandingan Dimensi Antena Terhadap Penambahan Slot

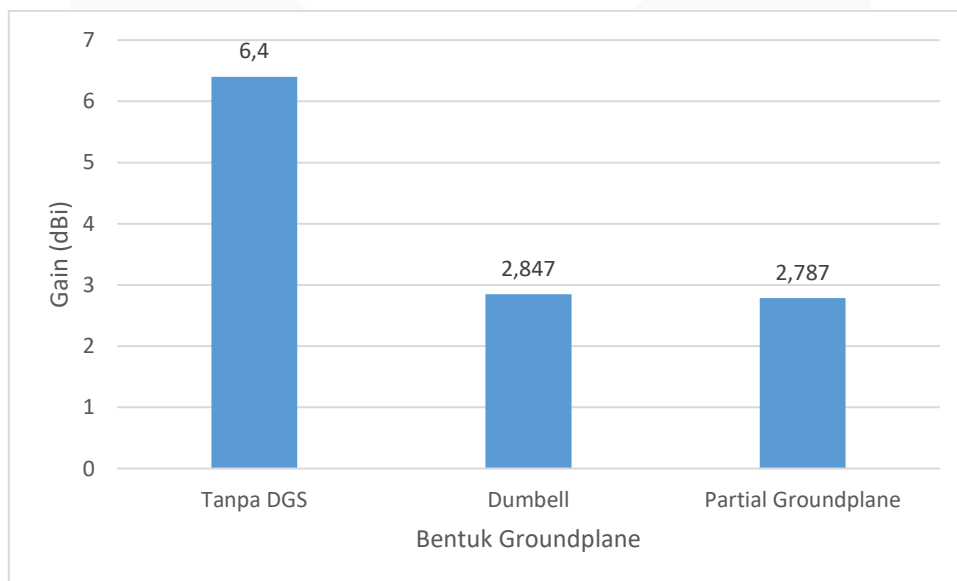
### 3.7 Analisis Bentuk Groundplane Pada Antena Fractal Koch

Pada Gambar 16 menunjukkan dengan penambahan metode DGS menghasilkan *bandwidth* yang lebar jika dibandingkan dengan antena yang tidak menggunakan metode DGS. Dengan DGS berbentuk dumbbell persegi menghasilkan pelebaran *bandwidth* mencapai 6,019 GHz (0,492 GHz – 6,511 GHz). Sedangkan dengan bentuk *partial groundplane* menghasilkan pelebaran *bandwidth* mencapai 7,008 GHz (0,492 GHz – 7,5 GHz). Namun, dengan menggunakan DGS menyebabkan *gain* dari antena menjadi kecil dan pola radiasi berubah menjadi *bidirectional*.



**Gambar 16** Pengaruh Penggunaan Metode DGS terhadap *Bandwidth* Antena

Namun penggunaan DGS mengakibatkan berkurangnya nilai *gain* dari antena tersebut. Gambar 17 menunjukkan bahwa antena yang tidak menggunakan DGS menghasilkan *gain* lebih tinggi jika dibandingkan dengan antena yang menggunakan metode DGS. Antena yang tidak menggunakan DGS memiliki *gain* sebesar 6,400 dBi, sedangkan antena yang menggunakan DGS berbentuk *dumbbell* memiliki *gain* sebesar 2,847 dBi dan antena yang menggunakan DGS berbentuk *partial groundplane* memiliki *gain* sebesar 2,787 dBi.

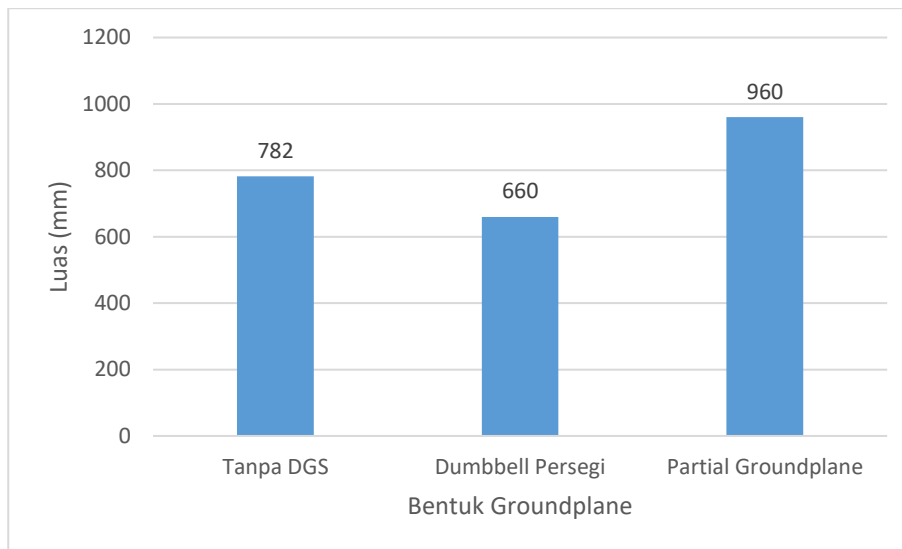


**Gambar 17** Pengaruh Penggunaan Metode DGS terhadap *Gain* Antena

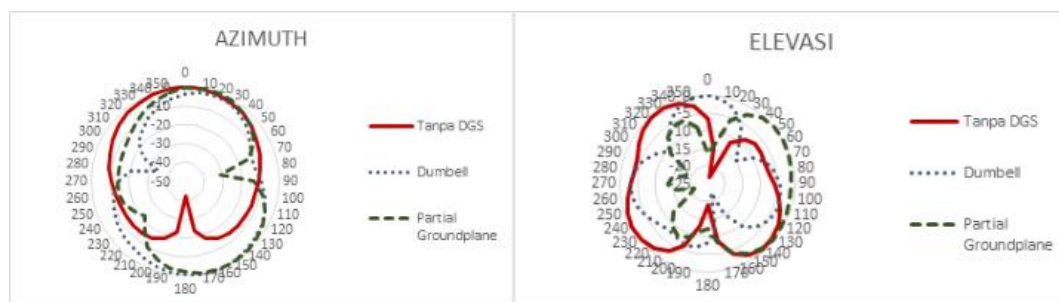
**Tabel 4** Perbandingan Dimensi Antena Terhadap Bentuk *Groundplane*

Bentuk <i>Groundplane</i>	Dimensi (mm) (P x L)
Tanpa DGS	34 x 23
<i>Dumbbell</i> Persegi	20 x 33
<i>Partial Groundplane</i>	32 x 30

Pada Tabel 4 dan Gambar 18 ditunjukkan bahwa penggunaan DGS menghasilkan perubahan dimensi antenna yang berbeda-beda. Antena dengan DGS berbentuk *Dumbbell* persegi menghasilkan dimensi yang paling kecil jika dibandingkan antenna yang tidak menggunakan DGS dan DGS berbentuk *partial groundplane*. DGS dengan bentuk *partial groundplane* memiliki dimensi yang paling besar.



**Gambar 18** Pengaruh Pemanbahan DGS Terhadap Dimensi Antena

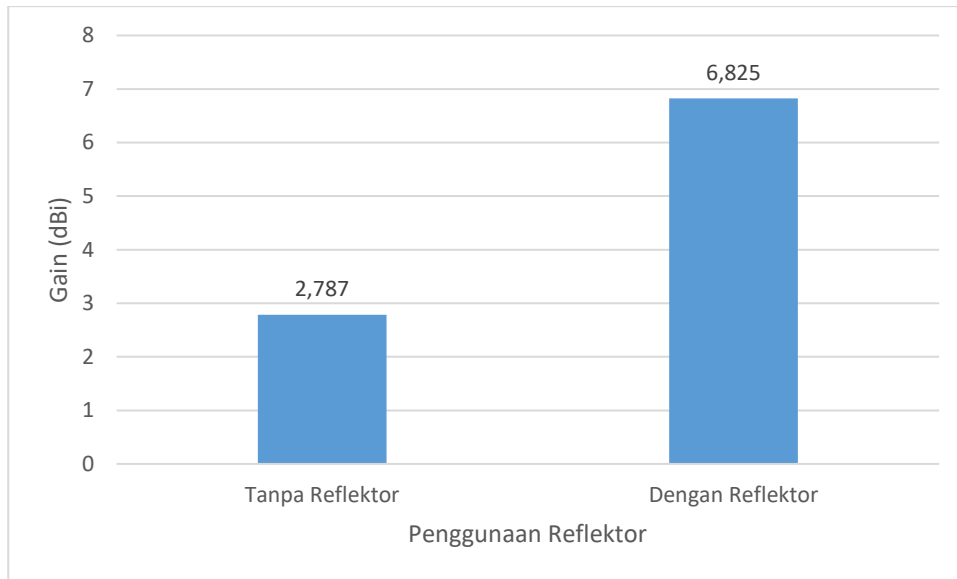


**Gambar 19** Perbandingan Pola Radiasi Dengan Penambahan DGS

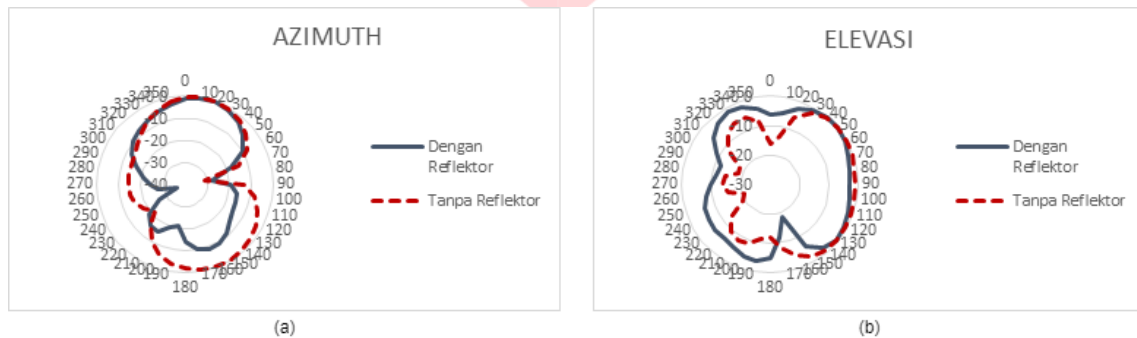
Gambar 19 menunjukkan perbandingan pola radiasi antenna terhadap penambahan DGS. Arah pancaran *azimuth* antenna tanpa menggunakan DGS akan condong berfokus ke satu arah dikarenakan arah pancaran yang menuju ke belakang akan dipantulkan oleh *groundplane* yang berfungsi sebagai reflektor. Ketika dengan penambahan DGS dengan bentuk *dumbbell* persegi dan *partial groundplane* menyebabkan arah pancaran antenna menjadi dua arah dikarenakan *groundplane* yang berfungsi sebagai reflektor telah di reduksi sehingga tidak bekerja dengan optimal.

### 3.8 Analisis Penggunaan Reflektor Pada Antena Fractal Koch

Gambar 20 menunjukkan perbandingan *gain* antenna yang tidak menggunakan reflektor dengan antenna yang menggunakan reflektor. Dapat dilihat jika penggunaan reflektor dapat meningkatkan *gain* jika dibandingkan dengan antenna yang tidak menggunakan reflektor. Selain untuk meningkatkan *gain* antenna, penggunaan reflektor juga berfungsi untuk mengubah bentuk pola radiasi, terlebih lagi perubahan pola radiasi yang diakibatkan oleh penggunaan DGS. Karena reflektor berfungsi untuk memantulkan kembali pancaran gelombang ke depan supaya tidak ada gelombang yang memancar ke belakang. Atau dengan kata lain penggunaan reflektor adalah untuk memfokuskan arah pancara dari sebuah antenna.



Gambar 20 Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Gain Antena



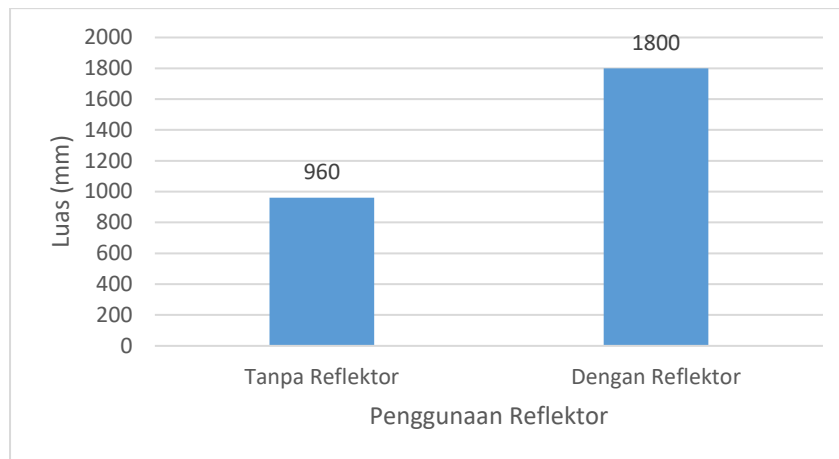
Gambar 21 Pola Radiasi Antena Dengan Penambahan Reflektor

Pada Gambar 21 menunjukkan bahwa penambahan reflektor dapat memperbaiki pola radiasi yang berubah setelah penggunaan metode DGS dengan bentuk *partial groundplane*. Pada sudut *azimuth* antena yang tidak menggunakan reflektor menghasilkan pancaran kedua arah yang hampir sama besar. Kemudian, Ketika ditambahkan reflektor maka pancaran yang dihasilkan oleh antena akan lebih berfokus ke satu arah karena pancaran kebelakang akan dipantulkan lagi kedepan oleh reflektor sehingga menjadi satu arah pancaran.

Pada Tabel 5 dan Gambar 22 menunjukkan bahwa penambahan reflektor menyebabkan peningkatan dimensi yang cukup signifikan pada antena. Dikarenakan reflektor harus mempunyai dimensi yang setara atau lebih besar dari dimensi antena.

Tabel 5 Perbandingan Dimensi Antena Terhadap Penambahan Reflektor

Penggunaan Reflektor	Dimensi (mm) (W x L)
Tanpa Reflektor	32 x 30
Dengan Reflektor	45 x 40



**Gambar 22** Perbandingan Pengaruh Penggunaan Reflektor Terhadap Dimensi Antena

#### 4 Kesimpulan

Penelitian tugas akhir ini yang berjudul miniaturisasi antena celah fractal koch pita-c untuk radar tembus tembok. Lalu, dicoba dengan menggunakan metode penambahan iterasi, penggantian bahan substrat, penambahan slot, penambahan metode DGS, dan penambahan reflektor. Adapun beberapa kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian dan analisis sebagai berikut:

1. Parameter yang ingin diuji seperti VSWR, *return loss*, *bandwidth*, dan *gain* pada antena mikrostrip *fractal koch* telah memenuhi spesifikasi antena sebagai radar tembus tembok pada rentang frekuensi kerja 3,1 GHz – 10,6 GHz dengan frekuensi tengah 6,85 GHz.
2. Pada percobaan ini, penggunaan bahan Rogers Duroid RT5880 menghasilkan *bandwidth* yang lebih sempit dan *gain* yang lebih besar jika dibandingkan dengan bahan FR-4 Epoxy yang menghasilkan *bandwidth* yang lebih lebar namun dengan *gain* yang lebih sempit.
3. Pada percobaan ini, penambahan iterasi dengan bahan Rogers Duroid RT5880 menunjukkan *trend* kenaikan *bandwidth* mulai dari iterasi ke-0, ke-1, dan ke-2, lalu menurun pada iterasi ke-3. Untuk *gain*, saat iterasi ke-0 ke iterasi ke-1 mengalami kenaikan, lalu mengalami *trend* penurunan nilai *gain* mulai dari iterasi ke-2, dan iterasi ke-3.
4. Pada percobaan ini, penambahan iterasi dengan bahan FR-4 Epoxy mengalami kenaikan *bandwidth* mulai dari iterasi ke-0 ke iterasi ke-1, lalu mulai menurun dari iterasi ke-1 ke-2, dan dari iterasi ke-2 ke iterasi ke-3. Untuk *gain*, terjadi *trend* grafik yang fluktuatif, grafik menunjukkan kenaikan *gain* ketika dari iterasi ke-0 ke iterasi ke-1, lalu mengalami penurunan di iterasi ke-1 ke iterasi ke-2, dan kembali mengalami kenaikan dari iterasi ke-2 ke iterasi ke-3.
5. Pada percobaan ini, penggunaan slot dinilai tidak cocok untuk antena dengan patch berbentuk *fractal koch* karena menghasilkan *gain* yang lebih sempit dan *gain* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan antena tanpa menggunakan slot.
6. Penggunaan metode DGS dengan bentuk *partial groundplane* sangat berpengaruh terhadap pelebaran *bandwidth* dari antena, tetapi penggunaan *partial groundplane* akan mengubah bentuk pola radiasi dan menurunkan nilai *gain*.

#### Daftar Pustaka

- [1] I. Immoreev, "Main Capabilities and Features of Ultra Wideband (UWB) Radars," no. 4, pp. 339–344, 2002.
- [2] A. P. Priyatna, H. Wijanto, and Y. Wahyu, "Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Ultra Wideband (UWB) Berbentuk Dual Elips Untuk Radar Tembus Tembok, Bandung, Universitas Telkom, 2014.
- [3] S. A. Yusufandini, H. Wijanto, and Y. Wahyu, "Antena Mikrostrip Fraktal Koch Untuk Penerima Televisi Digital, Bandung, Universitas Telkom, 2018.
- [4] M. A. Saputra, H. Wijanto, and Y. Wahyu, "Antena Vivaldi Antipodal Sirkular Ultra Wide-Band (UWB) Untuk Radar Tembus Tembok, Bandung, Universitas Telkom, 2018.
- [5] E. Cianca and B. Gupta, "Fm-ubw for communications and radar in medical applications," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 51, 2009
- [6] J. Eichler, P. Hazdra, M. Capek, and M. Mazanek, "Modal resonant frequencies and radiation quality factors of microstrip antennas," *Int. J. Antennas Propag.*, 2012,
- [7] Constantine A. Balanis, "Antenna theory analysis, third edition," *Wiley & Sons Inc.* pp. 722–723, 1997.

- [8] M. Fahrazal, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Triple-band Linear Array 4 Elemen Untuk Aplikasi Wimax," Depok : Thesis Universitas Indonesia, 2008.
- [9] M. Arsyad, "Desain Dan Analisis Efek *Sloted-Patch* Pada Antena Mikrostrip Mimo 4×4 Dan 8×8 Untuk Meningkatkan *Bandwidth* Pada Frekuensi Kerja 28 GHz, Bandung, Universitas Telkom, 2017.
- [10] A. Ismahayati, P. J. Soh, R. Hadibah, and G. A. E. Vandenbosch, "Design and analysis of a multiband koch fractal monopole antenna," *2011 IEEE Int. RF Microw. Conf. RFM 2011 - Proc.*, vol. 4, no. December, pp. 58–62, 2011.

