

## DESAIN ANTENA MIKROSTRIP INSET FED BERCELAH H DENGAN METODE DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) SEBAGAI PENGUAT BLUETOOTH

Oleh: Jonifan<sup>1</sup>, Yenniwati Rafsyam<sup>2</sup>, Zikra Aulia Sanaz<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> Staf Pengajar Universitas Gunadarma Jakarta.

Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina. Depok

<sup>(2)</sup> Jurusan Teknik Elektro, Program Telekomunikasi PNJ

Jln. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI Depok 16425

Email: [jonifan@staff.gunadarma.ac.id](mailto:jonifan@staff.gunadarma.ac.id), [zikrass@gmail.com](mailto:zikrass@gmail.com).

### Abstrak

Antena mikrostrip merupakan salah satu media transmisi yang murah dan mudah dalam pembuatannya. Salah satu aplikasi antena mikrostrip adalah penguat bluetooth. Bluetooth merupakan salah satu protokol komunikasi nirkabel yang keberadaannya dikondisikan sebagai pengganti protokol kabel untuk pengoperasian pada jarak pendek. Namun karena keterbatasan wilayah cakupan yang cenderung sempit, teknologi ini belum cukup berkembang untuk digunakan dalam pengiriman data ke tujuan yang jaraknya cukup jauh. Metode Defected Ground Structure (DGS) digunakan untuk meningkatkan penguatan pada antena. Hasil pengukuran parameter antena didapatkan bahwa antena dapat bekerja pada frekuensi 2.4 GHz hingga 2.483 GHz dengan return loss -29.449 dB dan VSWR senilai 1.099. Dengan pola radiasi yang dihasilkan unidirectional dengan gain sebesar 5,73 dB. Hasil pengujian performansi antena yang didapat adalah antena dapat mengirimkan data lebih cepat dan mencapai jarak terjauh 90 m pada kondisi LOS dan 38m pada kondisi NLOS dibandingkan dengan antena bawaan pada perangkat USB Bluetooth Adapter.

**Kata Kunci:** Antena Mikrostrip, Bluetooth, Defected Ground Structure.

### Abstract

Antenna microstrip is one of transmission media cheap and easy in making. One of the application of antenna mikrostrip is bluetooth booster. Bluetooth is one of the wireless communication protocols whose presence is conditioned as a substitute for cable protocols for operation at short distances. However, due to the limited coverage area that tends to be narrow, this technology has not been developed enough to be used in transmitting data to destinations that are far enough away. The Defected Ground Structure (DGS) method is used to increase the gain on the antenna. The results of the antenna parameter measurements obtained that the antenna can work at a frequency of 2.4 GHz to 2.483 GHz with a return loss of -29.449 dB and VSWR worth 1,099. With the resulting radiation pattern unidirectional with a gain of 5.73 dB. The antenna performance test results obtained are that the antenna can transmit data faster and reach 90 m further in the LOS and 38m conditions in the NLOS state compared to the default antenna on a USB Bluetooth Adapter device.

**Keywords :** Antena Mikrostrip, Bluetooth, Defected Ground Structure

### 1. Pendahuluan

Bluetooth merupakan salah satu protokol komunikasi nirkabel yang kehadirannya dikondisikan sebagai pengganti protokol kabel untuk operasi pada jarak pendek (IEEE 802.15.1). Bluetooth dapat berkomunikasi dengan perangkat Bluetooth lainnya untuk melakukan dengan konsumsi dayanya rendah. Selain konsumsi

daya yang rendah USB Bluetooth adapter dapat pula diaplikasikan pada laptop, telepon genggam PDA, dan perangkat portable lainnya dengan mudah dan murah (Andika, Yustina Wahyu, 2016).

Namun terdapat pula kelemahan pada sistem transmisi menggunakan bluetooth yaitu sistem jangkauannya dan proses

transmisi pendek dengan kecepatan yang rendah.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka dirancang sebuah antena mikrostrip yang dapat bekerja pada frekuensi 2,4 GHz sebagai penguat Bluetooth. Pemilihan antena mikrostrip karena mempertimbangkan sifatnya yang mudah dalam proses fabrikasi, kecil dan ringan. Sesuai dengan antena yang dibutuhkan sebagai penguat pada USB *Bluetooth Adapter*. (Ruswanditya, Adhi Surya, 2017). Antena mikrostrip akan diaplikasikan pada sebuah USB *adapter* maka dari itu sangat diperlukan antena dengan dimensi yang kecil. Metode *Defected Ground Structure* (DGS) dapat menjadi salah satu solusi untuk memperkecil dimensi antena. Selain metode DGS pemilihan substrat antena dengan besar konstanta dielektrik yang tinggi dapat mereduksi dimensi antena. Sehingga antena yang dihasilkan dapat menjadi lebih kecil. (Zulkifli, Fitri Yuli. 2008).

## 2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini tahap pertama yang dilakukan adalah menentukan dimensi antena mikrostrip *inset fed* bercelah H. Selanjutnya membuat pemodelan antena pada software CST Studio Suite 2018, dengan mensimulasikan untuk mengetahui kinerja dari antena tersebut sebelum difabrikasi. Saat melakukan simulasi perlu melakukan optimasi hingga antena memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian parameter parameter antena setelah antena selesai difabrikasi sebelum diaplikasikan. Hasil pengujian akan dibandingkan dengan hasil simulasi pada CST dengan merujuk kepada spesifikasi yang dibutuhkan. Jika hasil pengujian antena sudah sesuai dengan yang ada pada *software* CST maka antena sudah dapat diaplikasikan pada USB *Bluetooth Adapter*.

### Perancangan Antena

Tahap pertama dalam perancangan antena mikrostrip *inset fed* bercelah H adalah menentukan spesifikasi antena. Adapun

spesifikasi dari antena dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Antena

Spesifikasi Antena	Keterangan
Frekuensi Kerja	2,4 – 2,48 GHz
Substrat	Duroid RT6006
Konstanta Dielektrik <i>Design</i>	6,15
Konstanta Dielektrik <i>Process</i>	6,45
Ketebalan Lapisan Dielektrik	1,27 mm
Ketebalan Tembaga	0,035 mm
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>
<i>Gain</i>	≥ 4 dB
<i>Bandwidth</i>	≤ 80 MHz

Antena mikrostrip *inset-fed* bercelah H akan diaplikasikan untuk *Bluetooth* dimana *Bluetooth* memiliki range frekuensi 2,4 GHz – 2,48 GHz. Untuk menentukan frekuensi kerja digunakan Persamaan (1).

$$f_r = \frac{f_u + f_l}{2} \quad \dots\dots (1)$$

Untuk menentukan panjang Gelombang digunakan Persamaan (2). Perhitungan panjang gelombang sebagai berikut.

$$\lambda = \frac{c}{f_r} \quad \dots\dots (2)$$

Antena mikrostrip *inset fed* bercelah H bekerja pada frekuensi kerja ( $f_r$ ) 2,44 dibuat menggunakan substrat Duroid RT6006. Substrat tersebut memiliki spesifikasi yang tertera pada Tabel. 1, Untuk menghitung lebar *patch* antena menggunakan persamaan (3).

$$W_p = \frac{c}{2 \times f_r \times \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (3)$$

Setelah didapatkan besarnya lebar *patch* antena langkah selanjutnya yaitu menentukan panjang *patch* antena. Untuk mendapatkan besarnya panjang *patch*, dilakukan perhitungan *permitivitas relatif* ( $\epsilon_{eff}$ ) dan *fringing field* ( $\Delta L$ ) terlebih dahulu. Untuk menghitung *permitivitas relatif* ( $\epsilon_{eff}$ ) menggunakan persamaan (4).

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ 1 + 12 \left( \frac{h}{w} \right) \right]^{-1/2} \quad \dots\dots (4)$$

Setelah itu melakukan perhitungan terhadap *fringing field* ( $\Delta L$ ) dengan mensubstitusikan  $\epsilon_{eff}$  kedalam Persamaan (5).

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left( \frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left( \frac{w}{h} + 0,8 \right)} \quad (5)$$

Nilai *permittivitas relatif* ( $\epsilon_{eff}$ ) dan *fringing field* ( $\Delta L$ ) dan disubstitusikan kedalam untuk mendapatkan panjang *patch* Persamaan (6).

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

Pencatutan saluran antenna menggunakan metode mikrostrip *line* dimana pencatutan dengan saluran mikrostrip di substrat yang sama. Antena akan dihubungkan dengan konektor SMA 50  $\Omega$ .

Bentuk Celah pada desain antenna mikrostrip yang digunakan pada penelitian ini adalah model H. Untuk menghitung lebar celah menggunakan persamaan (7). Nilai  $\epsilon_{eff}$  berasal dari perhitungan konstanta dielektrik sebelumnya.

$$E = \frac{\lambda_g}{60} \quad (7)$$

Panjang celah vertikal pada desain di hitung dengan menggunakan persamaan (8)

$$\frac{C}{W_p} \leq 0,3 \quad (8)$$

Persamaan (9) yang digunakan dalam perhitungan panjang celah horizontal.

$$D = \frac{C}{f_{low} \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2x(L_p - \Delta L - E) \quad (9)$$

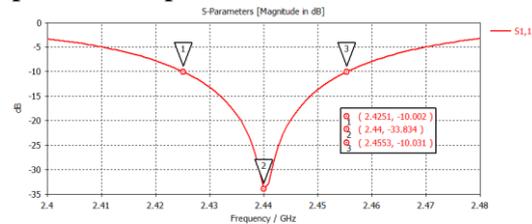
Dari hasil simulasi didapatkan hasil yang belum sesuai dengan spesifikasi, maka dilakukan optimasi pada beberapa parameter antenna. Tabel 2 adalah hasil akhir yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2. Ukuran Parameter – Parameter Antena Setelah Optimasi

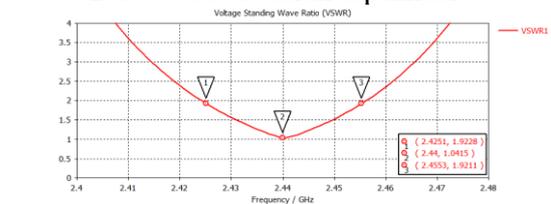
No	Dimensi Antena	Nama Variabel	Nilai Awal	Nilai Optimasi
1	Lebar Saluran 100 $\Omega$	Wz	1.93	2,3
2	Lebar Saluran 70,71 $\Omega$	Wl	2.73	3,3
3	Lebar Saluran 50 $\Omega$	Wo	3.861	3,9
4	Lebar Celah	E	0.858	0,51
5	Panjang Celah Vertikal	C	9,759	10,03
6	Panjang Celah Horizontal	D	9,967	2,3

Dari hasil optimasi setelah mengubah beberapa parameter antenna yang terdapat pada Tabel 2 didapatkan hasil yang sudah

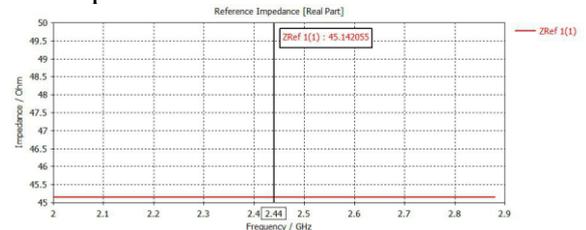
memenuhi spesifikasi antenna. Untuk parameter *return loss* diperoleh nilai sebesar -33,834 dB dan *Bandwidth* sebesar 30,2 MHz yang dapat di lihat pada Gambar 1. VSWR sebesar 1,0415 seperti diperlihatkan pada Gambar 2, impedansi sebesar 45,412  $\Omega$  diperlihatkan pada Gambar 3, dengan gain sebesar 4,579 dB yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan pola radiasi berbentuk *unidirectional* yang diperlihatkan pada Gambar 5.



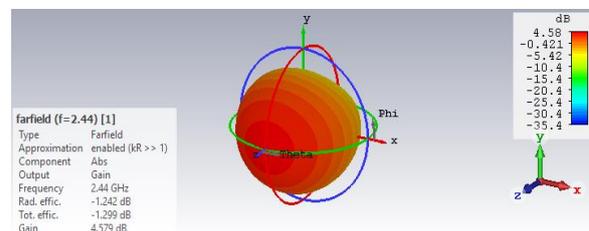
Gambar 1. Hasil Simulasi *Return Loss* dan *Bandwidth* Setelah Optimasi



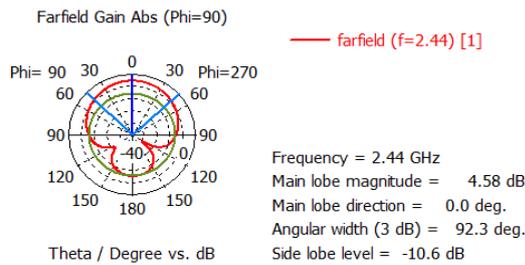
Gambar 2. Hasil Simulasi VSWR Setelah Optimasi



Gambar 3. Hasil Simulasi Impedansi Setelah Optimasi



Gambar 4. Hasil Simulasi *Gain* Setelah Optimasi



Gambar 5. Hasil Simulasi Pola Radiasi Setelah Optimasi

Setelah didapatkan dimensi *patch*, terbaik saluran dan substrat dilanjutkan dengan menghitung besar DGS. Besar DGS didapatkan dari Persamaan (10):

Luas Oktagonal = Luas *patch* bercelah H *inset fed*

Melalui proses perhitungan didapatkan dimensi DGS dengan sisi oktagon sebesar 14,542 mm. Setelah dilakukan proses simulasi, didapatkan besar *Gain* yang tidak meningkat, tidak seperti karakteristik dari DGS yang dapat meningkatkan *Gain* pada antenna tanpa DGS. Maka proses selanjutnya dilakukan pemecahan satu oktagon menjadi beberapa oktagon dengan panjang masing masing sisinya lebih kecil. Dari hasil simulasi didapatkan parameter VSWR dan *gain* memiliki parameter terbaik ketika DGS berjumlah 5.

Untuk nilai VSWR dan *gain* sangat bergantung pada jarak antara DGS pada bidang *groundplane* antenna. Hasil terbaik DGS diperoleh ketika DGS berjumlah 5 dengan posisi DGS terlihat pada Tabel 3. Dan ilustrasi DGS pada bidang *groundplane* antenna terlihat pada Gambar 6.

Tabel 3. Faktor Analisa Posisi DGS

Jarak Antar Sel DGS (mm)		Parameter yang Diamati		
Ra	Rb	Return Loss (dB)	Frekuensi Kerja (GHz)	Gain (dB)
15	15	-9.62	2.301	4,65
18	18	-18.54	2.392	4,832
21	21	-24.73	2.48	4,892
24	24	-38,9	2.502	5.45

Dari hasil simulasi antenna mikrostrip *inset fed* bercelah H dengan metode DGS didapatkan hasil yang sudah memenuhi spesifikasi. Dengan nilai *return loss* sebesar, *Bandwidth* sebesar, VSWR sebesar, impedansi sebesar dan pola radiasi berbentuk *unidirectional*.

Setelah didapatkan parameter antenna yang sesuai dengan spesifikasi dilanjutkan dengan proses realisasi antenna mikrostrip *inset fed* bercelah H dengan metode DGS. Realisasi Antena terlihat pada Gambar 6.

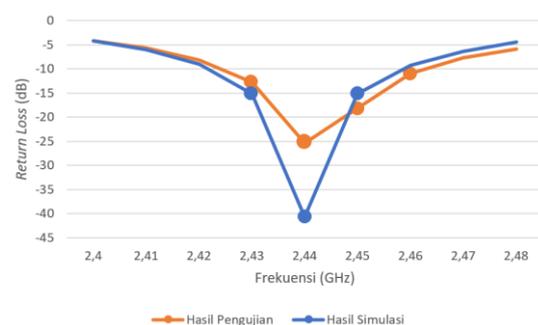


Gambar 6. DGS pada bidang *groundplane* antenna

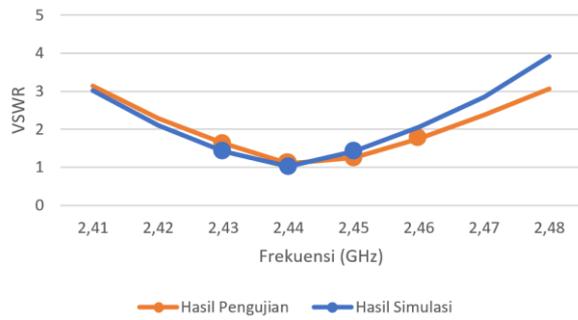
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Perbandingan Hasil Pengujian dan Simulasi Parameter Antena

Setelah dilakukan proses realisasi antenna dilanjutkan dengan proses pengujian antenna. Pengujian antenna terbagi menjadi pengujian antenna parameter dekat dan jauh. Pada pengujian parameter dekat yang diuji yaitu VSWR, *return loss*, dan impedansi antenna. Pada pengujian parameter jauh yang diuji yaitu pola radiasi antenna. Hasil Pengujian parameter medan dekat antenna dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



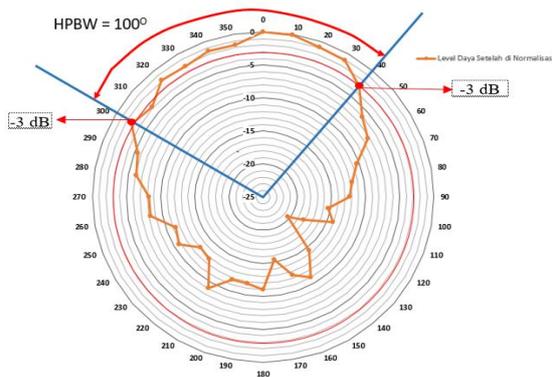
Gambar 7. Hasil Pengujian *Return Loss* dan *Bandwidth*



Gambar 8. Hasil Pengujian VSWR

Hasil Pengujian parameter medan dekat antenna untuk *return loss* sebesar -29,449 dB, *bandwidth* sebesar 36 MHz yang disajikan pada Gambar 7, VSWR sebesar 1,0999, disajikan pada Gambar 8, sedangkan impedansi sebesar 48,29 Ω, yang Nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi antenna yaitu memiliki *return loss*  $\leq 10$ dB,  $VSWR \leq 2$ , dan Impedansi mendekati 50 Ω.

Setelah didapatkan hasil pengujian parameter antenna medan dekat dilanjutkan dengan pengujian medan jauh yaitu pola radiasi antenna. Pola radiasi disebut juga pernyataan secara grafis yang menggambarkan sifat radiasi dari antenna (Ammai, Liska.2015). Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 9.



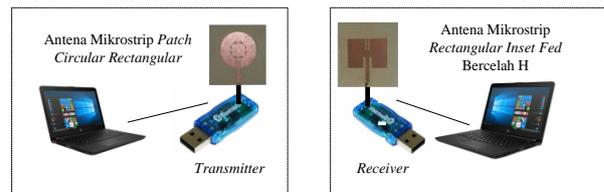
Gambar 9. Hasil Pengujian Pola Radiasi Antena

Hasil pengujian antenna medan jauh antenna didapatkan pola radiasi antenna berbentuk *unidirectional* dengan HPBW sebesar 100°. Untuk *gain* yang didapatkan sebesar 5, Hasil tersebut telah memenuhi spesifikasi dari antenna yaitu memiliki pola radiasi *unidirectional* dan  $gain \geq 4$ dB.

## B. Hasil Pengujian Antena Sebagai Penguat Bluetooth

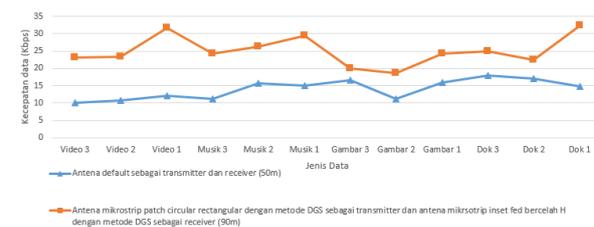
Setelah melakukan pengujian terhadap parameter antenna dan telah memenuhi spesifikasi maka dilanjutkan dengan pengujian fungsi antenna sebagai penguat *Bluetooth*. Pengujian dilakukan dengan cara mentransmisikan 4 jenis data yaitu video, gambar, musik, dan dokumen. Ukuran terbesar yaitu video 1 dengan format data MP4 sebesar 6,797 Kb. Sementara, data terkecil yaitu Dokumen 1 dengan format .xls dan besar data 113 Kb.

Pengujian dilakukan dalam kondisi LOS dan NLOS. Pengujian menggunakan tiga antenna yaitu antenna *default*, antenna mikrostrip *patch circular rectangular* dan antenna mikrostrip *inset fed* bercelah H. Adapun diagram blok sistem terlihat pada Gambar 10.



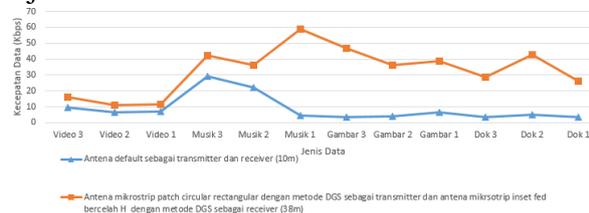
Gambar 10. Diagram Blok Sistem Transmisi data dengan USB *Bluetooth Adapter*

Dari beberapa pengujian aplikasi yang dilakukan, berikut akan disajikan hasil pengujian kecepatan transmisi data menggunakan dengan dua jarak yang berbeda pada kondisi LOS dan NLOS, dengan menggunakan antenna *default* dan antenna mikrostrip *patch circular rectangular* dengan metoda DGS sebagai transmitter sedangkan antenna mikrostrip *inset fed* bercelah H dengan metode DGS sebagai receiver. Hasil pengujian yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Perbandingan Kecepatan Transmisi Data antara antenna default dengan antenna mikrostrip pada Keadaan LOS

Pada Gambar 11 terlihat bahwa pada saat melakukan transmisi data dengan menggunakan antenna default, diperoleh jarak maksimum antara pemancar dan penerima masih bisa mentransmisikan data sejauh 50 m. sedangkan dengan menggunakan antenna mikrostrip inset fed bercelah H dengan metode DGS sebagai receiver masih bisa melakukan pengiriman data dengan baik, meskipun jarak antara pemancar dan penerima memiliki jarak sejauh 90 m.



Gambar 12. Perbandingan Kecepatan Transmisi Data antara antenna default dengan antenna mikrostrip pada Keadaan NLOS

Pada Gambar 12 pengujian yang dilakukan untuk kondisi NLOS, dimana jarak maksimum yang masih bisa melakukan transmisi data pada saat menggunakan antenna default baik sebagai pemancar dan penerima adalah sejauh 10 m, dengan hasil dengan kecepatan transmisi data terbesar yaitu 9,25 Kbps dan kecepatan transmisi data terkecil yaitu sebesar 3,28 Kbps.

Sedangkan dengan menggunakan antenna mikrostrip pentransmisi data masih bisa dilakukan dengan jarak antara antenna pemancar dan penerima inset fed bercelah H adalah dengan jarak yang lebih jauh yaitu 38 m, dimana didapatkan hasil kecepatan transmisi data terkecil yaitu sebesar 26,18 Kbps sementara kecepatan transmisi data terbesar yaitu 16,05 Kbps.

Dari pengujian aplikasi yang dilakukan, dengan menggunakan mikrostrip patch circular dan antenna inset fed bercelah H, diperoleh hasil yang lebih baik daripada menggunakan antenna default USB

Bluetooth Adapter. Hal ini dikarenakan antenna mikrostrip membuat sensibility dari USB Bluetooth Adapter menjadi lebih baik dari pada antenna default sehingga transmisi data menjadi lebih cepat dengan jarak yang lebih jauh, dengan kata lain antenna mikrostrip inset fed bercelah H mampu bekerja sebagai penguat bluetooth pada saat difungsikan sebagai penerima.

## 5. Kesimpulan

Setelah melakukan proses simulasi, pembuatan, pengukuran dan pengujian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Antena mikrostrip inset fed bercelah H dengan metode DGS memiliki return loss sebesar -29.449 dB, VSWR sebesar 1.099, gain sebesar 5,73 dB, dan pola radiasi unidirectional serta impedansi sebesar 48,281  $\Omega$ . Hasil tersebut telah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.
2. Antena mikrostrip inset fed bercelah H dengan metode DGS bisa digunakan sebagai penguat USB bluetooth adapter sehingga mampu bekerja lebih baik untuk pentransmisi data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ammal, Liska.2015.” *Miniaturisasi Antena Mikrostrip Menggunakan Defected Ground Structure Pada Frekuensi Fixed WIMAX 3.65 GHz* “. [23 Februari 2018]
- Andika, Yustina Wahyu.2016.” *Perancangan Dan Realisasi Antena Transceiver Untuk Komunikasi Bluetooth* “. [20 Februari 2018]
- Ruswandithiya, Adhi Surya “*Antena Mikrostrip Array 2 Patch Rektanguler Bercelah-H Untuk Mimo 8x8 Pada Akses Radio 5G 15 Ghz*”. [25 Februari 2018]
- Zulkifli, Fitri Yuli., Djoko Hartanto. 2008. “*Pengembangan Antenna Mikrostrip Susun Dua elemen dengan Penerapan Defected Ground Structure berbentuk Trapesium*”. Universitas Indonesia. Jakarta.[20 Februari 2018]

