

ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP SUSUN 2 ELEMEN PATCH SEGIEMPAT DENGAN *DEFECTED GROUND STRUCTURE* BERBENTUK SEGIEMPAT

Rinesia Citra Amalia Bangun⁽¹⁾, Ali Hanafiah Rambe⁽²⁾

Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA

email: rinesia_citra_amalia_bangun@students.usu.ac.id

or nesyabangoen@gmail.com

ABSTRAK

Pada perancangan antenna mikrostrip susun 2 elemen berbentuk segiempat dengan *defected ground structure* berbentuk segiempat yang bekerja pada frekuensi 3,3 GHz dan 3,4 GHz terdapat dua buah antenna mikrostrip yang disusun paralel pada sebuah substrat dan dengan penambahan teknik DGS. Tulisan ini membahas perbandingan kinerja antenna susun dua elemen tanpa dan dengan DGS. Hal ini terukur melalui perbaikan nilai VSWR dan *return loss*, peningkatan *gain* dan penekanan efek *mutual coupling*. Perancangan dilakukan dengan menggunakan simulator AWR Microwave 2004. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penggunaan DGS pada antenna mikrostrip 2 elemen memperbaiki nilai VSWR hingga 1,096 sedangkan nilai RL berkisar -26,8 dB hal ini menunjukkan penggunaan DGS jauh memperbaiki nilai keduanya dibandingkan antenna DGS tanpa keduanya dimana VSWR dan *return loss* masing-masing memiliki nilai 1,371 dan -16,12 dB.

Kata kunci : Antena Mikrostrip, Gelombang Permukaan, *Defected Ground Structure*, VSWR

1. Pendahuluan

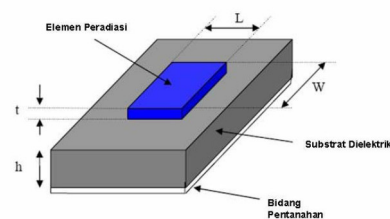
Antena adalah suatu alat merubah gelombang elektromagnetik menjadi besaran arus dan sebaliknya. Salah satu jenis antena adalah antena mikrostrip. Pada antena mikrostrip susun, sering mengalami gelombang permukaan (*surfacewave*) yang disebabkan adanya gelombang yang terjebak di dalam substrat [1]. Pada antena susun yang berdekatan gelombang permukaan membentuk gandingan (*coupling*) sehingga dapat menimbulkan efek *mutual coupling*. Efek *mutual coupling* ini berdampak negatif bagi antena karena sebagian dari energi datang pada satu atau kedua elemen antena dapat dihamburkan kembali ke arah yang berbeda seperti suatu transmitter yang baru. Efek *mutual coupling* dapat mengganggu kinerja parameter antena.

Adapun hal yang dapat mereduksi gelombang permukaan dan efek *mutual coupling* ini adalah dengan menggunakan teknik *Defected Ground Structure* (DGS). Maka dalam skripsi ini akan dianalisis antena mikrostrip susun dua elemen menggunakan DGS berbentuk segiempat pada yang bekerja pada frekuensi 3,3 GHz – 3,4 GHz.

2. Studi Pustaka

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antena yang berbentuk seperti bilah atau potongan yang sangat kecil. Secara garis besar struktur dari antena mikrostrip atas 3 bagian, yaitu elemen peradiasi atau *patch antena*, substrat dan *ground plane*. Adapun susunan lapisan tersebut ditunjukkan pada Gambar 1 [2].



Gambar 1. Struktur Dasar Antena Mikrostrip [3]

Patch (elemen peradiasi) terbuat dari bahan konduktor tipis seperti tembaga atau emas. *Patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara.

Substrat berfungsi sebagai bahan dielektrik dari antena mikrostrip yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen pertanahan.

Ground plane dapat terbuat dari bahan konduktor. Ukurannya selebar dan sepanjang substrat. *Ground plane* berfungsi sebagai *ground* antenna (pentanahan) yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.

2.2 Defected Ground Structure (DGS)

Teknik DGS dilakukan dengan cara meng-*etch* daerah *ground* pada substrat. Teknik tersebut bersifat PBG (*photonic bandgap*) yang telah dikembangkan menjadi EBG (*electromagnetic bandgap*) dimana substrat diberi beban secara periodik sehingga pancaran gelombang permukaan membentuk rentang frekuensi terlarang di sekitar frekuensi operasi antenna [4]. Oleh karena itu gelombang permukaan tidak dapat berpropagasi sepanjang substrat, sejumlah besar daya yang teradiasi saling menggandeng ke udara begitu juga dengan gelombang permukaan lain seperti *mutual coupling* antara elemen *array* juga tidak ada lagi [2]. DGS telah diaplikasikan untuk menekan radiasi cross-polarized dari *patch* antenna [5], menekan harmonisasi [6].

2.3 Parameter Antena Mikrostrip

Ada beberapa parameter dari antenna mikrostrip yang digunakan dalam simulasi diantaranya yaitu VSWR, *return loss*, *gain* antenna, *bandwidth*, dan impedansi masukan.

a. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) merupakan perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri maksimum ($|V|_{max}$) dengan minimum ($|V|_{min}$) [7].

Kondisi VSWR yang ideal adalah bernilai 1, yang berarti tidak ada refleksi atau pantulan ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1, yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna [8]. Adapun rumusnya dapat dilihat pada persamaan (1).

$$VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (1)$$

b. Return Loss

Return loss merupakan perbandingan antara *amplitude* dari gelombang yang direfleksikan terhadap *amplitude* gelombang yang dikirim. Besarnya *return loss* dapat dihitung pada Persamaan (2) [3] :

$$Return\ loss = 20 \log|\Gamma| \quad (2)$$

c. Gain Antena

Gain antenna atau penguatan adalah perbandingan antara intensitas radiasi dari suatu antenna pada suatu arah utama dengan intensitas radiasi dari antenna isotropik yang menggunakan sumber daya masukan yang sama. Dimana *gain* dapat dirumuskan seperti persamaan (3) [8] berikut:

$$G = 4\pi \frac{\text{Intensitas radiasi arah tertentu}}{\text{Intensitas radiasi diterima}} \quad (3)$$

d. Impedansi Masukan

Impedansi masukan adalah perbandingan tegangan terhadap arus pada terminal atau perbandingan dari komponen-komponen bersesuaian dari medan elektrik terhadap medan magnetic pada suatu titik [9]. Secara matematis impedansi masukan dapat dirumuskan pada persamaan (4) sebagai berikut [1]:

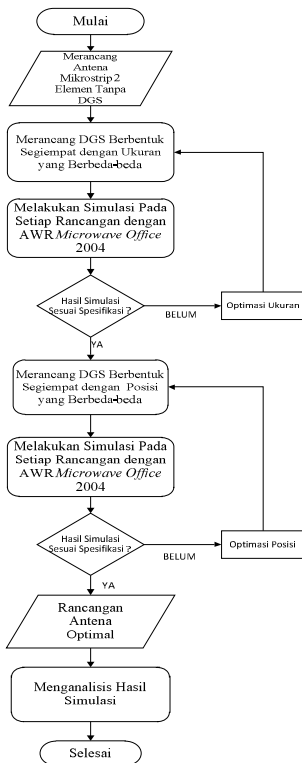
$$Z_{in} = (R_{in} + j X_{in}) \Omega \quad (4)$$

3. Metodologi Penelitian

Adapun langkah – langkah penelitian untuk mendapatkan rancangan antenna mikrostrip optimal dengan membandingkan antenna tanpa DGS dengan antenna dengan DGS adalah sebagai berikut :

1. Menentukan antenna tanpa DGS dengan frekuensi 3.3 GHz – 3.4 GHz.
2. Merancang DGS segiempat pada simulator AWR Microsoft Office 2004.
3. Mendata dan menentukan ukuran DGS segiempat dengan ukuran yang berbeda-beda pada simulator.
4. Mendata posisi DGS ukuran optimal segiempat dengan jarak berbeda-beda pada simulator.
5. Mendata dan menentukan posisi DGS paling optimal.
6. Membandingkan nilai parameter-parameter antenna tanpa dan dengan DGS.

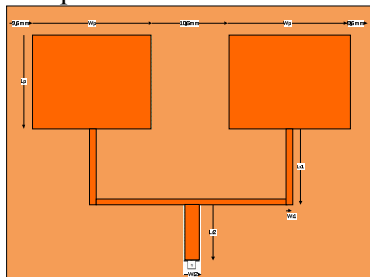
Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.1 Antena Mikrostrip 2 Elemen Tanpa DGS

Pada perancangan, akan didesain antena mikrostrip *patch* segiempat 2 elemen yang sudah dilakukan oleh Achmad Yustandi [10]. Adapun geometri dari rancangan antena mikrostrip susun 2 elemen tanpa DGS diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Antena Mikrostrip 2-Elemen Tanpa DGS

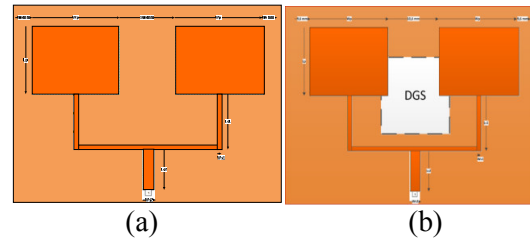
Dimensi dari rancangan tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Antena

Komponen	Dimensi
L_p	21,4 mm
W_p	27,25 mm
L_g	51,71 mm
W_g	74,7 mm
L_{s1}	10,6 mm
W_{s1}	0,69 mm
L_{s2}	10,6 mm
W_{s2}	3,06 mm

3.2 Antena Mikrostrip 2 Elemen Dengan DGS

Pada perancangan ini, setelah merancang antena mikrostrip *patch* segiempat 2 elemen selanjutnya akan ditambahkan teknik DGS pada antena tersebut. Dimana teknik DGS ini dilakukan dengan meng-*etch* sebagian bidang *ground* berbentuk segiempat. Adapun geometri dari rancangan antena dengan DGS diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Antena Mikrostrip 2-Elemen dengan DGS

(a) Tampak Depan; (b) Tampak Belakang

3.3 Perancangan DGS

Perancangan antena DGS dilakukan dengan 2 variabel yaitu, mengubah posisi DGS mulai dari DGS berukuran (10x10) mm hingga (30x30) mm dengan *space* 2 mm dan mengubah posisi DGS dari DGS ukuran optimal.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Antena Tanpa DGS

Berdasarkan hasil perancangan antena mikrostrip *patch* segiempat 2 elemen tanpa DGS yang telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi menggunakan simulator AWR *Microwave Office 2004*. Adapun hasil simulasi antena tanpa DGS terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Tanpa DGS

Parameter Antena	Nilai
VSWR	1,371
Return Loss (S11)	-16,12 dB
Gain	7,502 dB
Impedansi	38,83 - j 8,37 Ω

Pada antena tanpa DGS tersebut maka diperoleh nilai VSWR 1,371, nilai *return loss* -16,12 dB, nilai *gain* 7,502 dB dan nilai impedansi 38,83 - j8,37 Ω .

4.2 Antena dengan DGS

Analisis antena dengan teknik DGS ini akan dianalisis dengan mengubah ukuran DGS sehingga didapat ukuran DGS optimal dan

kemudian DGS optimal tersebut disimulasi dengan mengubah posisinya sehingga didapat posisi DGS optimal.

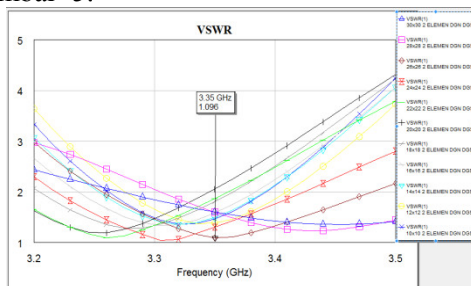
4.2.1 Analisis Antena Berdasarkan Perubahan Ukuran DGS

Antena mikrostrip *patch* segiempat 2 elemen yang di tambahkan teknik DGS tersebut akan dianalisis dengan merubah ukuran DGS dari 10 mm hingga 30 mm. Namun akan diambil hasil iterasi dengan ukuran DGS yang menghasilkan nilai $VSWR \leq 2$. Berikut ini adalah hasil iterasi antena mikrostrip 2 elemen dengan DGS seperti yang ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Iterasi Antena dengan Mengubah Ukuran DGS

Ukuran DGS	Return Loss	Gain	Impedansi (Ohm)	Bandwidth	
10x10 mm	1,345	-16,65 dB	7,462 dB	42,44 - j 11,42	133,4 MHz
12x12 mm	1,385	-15,84 dB	7,528 dB	37,36 - j 6,33	134,1 MHz
14x14 mm	1,498	-14,01 dB	7,546 dB	33,38 + j 0,443	137,3 MHz
16x16 mm	1,587	-12,89 dB	7,557 dB	31,85 + j 4,014	146,8 MHz
18x18 mm	1,61	-12,58 dB	7,522 dB	31,67 + j 5,83	158 MHz
20x20 mm	1,22	-20,07 dB	7,411 dB	41,04 + j 1,17	208,6 MHz
22x22 mm	1,75	-11,25 dB	7,401 dB	32,42 + j 14,70	101,3 MHz
24x24 mm	1,29	-17,89 dB	7,262 dB	41,17 + j 7,65	205,4 MHz
26x26 mm	1,096	-26,79 dB	6,935 dB	54,16 + j 2,32	224,5 MHz
28x28 mm	1,29	-17,76 dB	7,348 dB	52,45 + j 13,14	124,8 MHz
30x30 mm	1,39	-15,82 dB	7,242 dB	93,63 + j 7,63	180,6 MHz

Dari hasil simulasi yang diperoleh dengan mengganti-ganti ukuran DGS seperti yang tertera pada Tabel 3 di atas, maka diperoleh hasil VSWR terkecil pada DGS berukuran (26x26) mm yaitu 1,096 dan return loss terkecil -26,78 dB. Adapun VSWR yang dihasilkan dari ukuran-ukuran DGS tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai VSWR Hasil Iterasi Pengubahan Ukuran DGS

4.2.2 Analisis Antena dengan Perubahan Posisi DGS

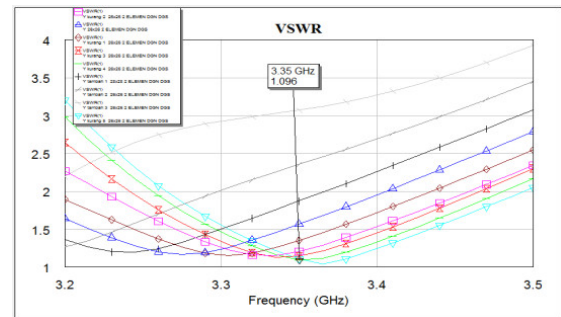
Setelah didapatkan ukuran DGS optimal (26x26) mm. Iterasi awal akan dilakukan dengan cara menggeser-geser posisi

DGS secara vertikal (diantara kedua *patch*) dengan menggeser-geser posisi DGS terhadap sumbu Y namun tetap menjaga posisinya terhadap sumbu X agar DGS tersebut tetap berada ditengah yang disesuaikan dengan ukuran DGS. Untuk pergeseran letak posisi DGS akan digeser setiap 1 mm keatas dan kebawah dari posisi DGS yang diletakkan ditengah (Y). Adapun data hasil iterasi pergeseran posisi DGS berukuran (26x26) mm ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Iterasi Antena dengan Mengubah Posisi

Pergeseran DGS	VSWR	Return Loss	Gain	Impedansi (Ohm)	Bandwidth
Y+3 mm	3,073	-5,688 dB	6,764	37,51 + j 49,67	-
Y+2 mm	2,357	-7,869 dB	7,159	37,06 + j 35,77	-
Y+1 mm	1,873	-10,35 dB	7,28 dB	38,89 + j 25,86	125,9 MHz
Y mm	1,566	-13,13 dB	7,30 dB	41,79 + j 18,97	131,1 MHz
Y-1 mm	1,353	-16,49 dB	7,22 dB	45,32 + j 13,67	205,4 MHz
Y-2 mm	1,208	-20,52 dB	7,01 dB	49,59 + j 9,4	145 MHz
Y-3 mm	1,145	-23,41 dB	6,88 dB	51,48 + j 6,71	234,9 MHz
Y-4 mm	1,096	-26,8 dB	6,93 dB	54,16 + j 2,32	224,5 MHz
Y-5 mm	1,109	-25,76 dB	7,01 dB	55,03 - j 1,99	228,8 MHz

Berikut adalah grafik hasil simulasi VSWR dan *return loss* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Nilai VSWR Hasil Iterasi Perubahan Posisi DGS

4.3 Analisis Antena Optimal

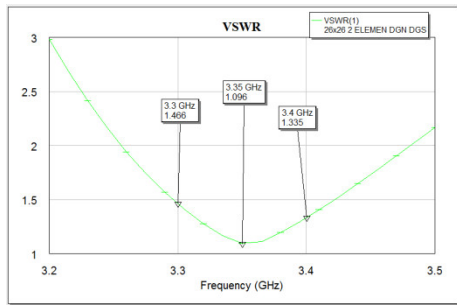
Dari data yang diperoleh nilai VSWR yang optimal adalah ketika ukuran DGS berbentuk segiempat berukuran (26x26) mm pada posisi 4 mm dari atas saluran pencatu.

Analisis hasil dari simulasi yang dilakukan akan menghasilkan nilai parameter- parameter yang dibahas yaitu : *VSWR*, *return loss*, *gain*, impedansi dan *mutual coupling*. Hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Simulasi Antena Optimal

Parameter Antena	Nilai
VSWR	1,096
Bandwidth	224,5 MHz
Return Loss (S11)	-26,79 dB
Gain	6,935 dB
Impedansi	54,16 + j 2,32 Ω

Grafik VSWR pada antena DGS optimal ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai VSWR Hasil Iterasi DGS Optimal

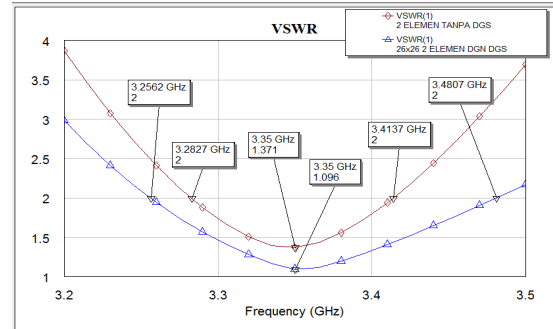
4.4 Perbandingan Analisis Antena Tanpa dan Dengan DGS

Setelah mendapatkan antena DGS optimal melalui hasil simulasi maka, dilakukan perbandingan terhadap antena mikrostrip susun 2 elemen patch segiempat tanpa dan dengan DGS. Adapun perbandingannya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Nilai Parameter Antena Tanpa dan Dengan DGS Optimal

Parameter Antena	Antena Tanpa DGS	Antena dengan DGS	Keterangan
VSWR Min	1,371	1,096	Penurunan nilai VSWR 20,1 %
Bandwidth (MHz) VSWR ≤ 2	131 MHz	224,5 MHz	Kenaikan Bandwidth 71,4 %
Return Loss	-16,12 dB	-26,79 dB	Penurunan RL 66,2 %
Gain (dB)	7,502 dB	6,935 dB	Pelemahan 7,6 % dB
Impedansi	38,84 - j 8,37 Ω	54,16 + j 2,32 Ω	

Grafik dari hasil simulasi VSWR terdapat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Nilai VSWR Antena Tanpa dan Dengan DGS Optimal

Dari Gambar 8 dapat dilihat nilai VSWR antena dengan DGS memiliki nilai VSWR yang lebih kecil yaitu 1,096 dibandingkan nilai VSWR antena tanpa DGS yaitu 1,371.

Bandwidth yang dihasilkan pada antena yang ditambahkan DGS memiliki *bandwidth* lebih besar yaitu 224,5 MHz dibandingkan *bandwidth* yang dihasilkan antena tanpa DGS yaitu 131 MHz. Maka didapat perbaikan VSWR 20,1 % dan perlebaran *bandwidth* sebesar 71,4 %.

Parameter yang disimulasikan berikutnya adalah perbandingan nilai *return loss* tanpa DGS dengan nilai *return loss* (S₁₁). Hasil simulasi *return loss* terlihat antena tanpa DGS memiliki nilai *return loss* (S₁₁) sebesar -16,12 dB dan antena dengan DGS memiliki nilai *return loss* sebesar -26,79 dB ini artinya antena dengan DGS berbentuk segiempat berhasil menekan laju efek *mutual coupling* sebesar 66,2 % pada frekuensi kerja 3,35 GHz

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perbandingan antena mikrostrip susun 2 elemen optimal tanpa DGS dan dengan DGS diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai VSWR yang dihasilkan dari simulasi pada perancangan antena tanpa DGS adalah 1,371 sedangkan hasil simulasi antena dengan DGS menghasilkan nilai VSWR sebesar 1,096 dimana kedua antena tersebut bekerja pada frekuensi yang sama yaitu 3,3GHz – 3,4 GHz.
2. Nilai *Return Loss* (S₁₁) yang dihasilkan dari simulasi pada perancangan antena tanpa DGS adalah -16,12 dB sedangkan hasil yang diperoleh untuk *return loss* pada antena yang menggunakan DGS adalah -26,8 dB.
3. Nilai *Gain* yang diperoleh dari hasil perancangan antena tanpa DGS adalah

7,502 dB sedangkan nilai *gain* pada antenna dengan DGS menghasilkan nilai yang lebih rendah yaitu 6,93 dB.

4. Nilai impedansi pada perancangan antenna tanpa DGS $38,84 - j 8,37 \Omega$ dan antenna dengan DGS menghasilkan $54,16 + j 2,32 \Omega$ terlihat bahwa antenna dengan DGS lebih *match* daripada antenna tanpa DGS.
5. Nilai *mutual coupling* pada antenna tanpa DGS menghasilkan nilai -21,997 dB sedangkan antenna dengan DGS menghasilkan nilai -21,79 dB pada posisi Y (Y – 4) dimana dari titik tengah (Y) posisi DGS diturunkan sebanyak 4 mm.

6. Daftar Pustaka

- [1] Surjati, Indra. 2010. “Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya”. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti.
- [2] Zulkifli, F. Y. (2008). Studi tentang antenna mikrostrip dengan defected ground structure (DGS).
- [3] Rambe, Ali Hanafiah. 2008. “Rancang bangunan antenna mikrostrip *patch* segiempat planar *array* 4 elemen dengan pencatuan *aperture-coupled* untuk aplikasi CPE pada WIMAX”. Tesis Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- [4] Garg, R. (Ed.). (2001). “*Microstrip antenna design handbook*”. Artech House.
- [5] Liu, Haiwen, et al., “*Harmonic Suppression with Photonic Bandgap and Defected Ground Structure for a Microstrip Patch Antenna*”, IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 15, no. 2, pp.55-56, February 2005.
- [6] Hirasawa, K. dan Haneishi, M., “*Analysis, Design, and Measurement of Small and Low-Profile Antenas*”, Artech House, Norwood MA, 1992.
- [7] Fawwaz T, Ulaby. “*Fundamentals of Applied Electromagnetic*”. USA: Prentice Hall.2001.
- [8] Constantine. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, (USA: John Willey and Sons, 1997).
- [9] Huang, Y., & Boyle, K. (2008). *Antennas: from theory to practice*. John Wiley & Sons.
- [10] Yustandi Achmad, Dr. Ir. Heroe Wijanto, MT, Dr. Ir. Yuyu Wahyu, MT, “Perancangan Dan Analisis Antena Mikrostrip *Rectangular* Susun Dua Elemen Dengan Penerapan *Defected Ground Structure* Berbentuk Persegi Pada Frekuensi 3.3–3.4 GHz”, IT Telkom, Bandung, 2010.