

## PENGARUH NILAI PERMITIVITAS RELATIF TIDAK HOMOGEN TERHADAP PERFORMANSI PADA ANTENA MIKROSTRIP SINGLE LAYER *PATCH* SIRKULAR FREKUENSI X – BAND

### EFFECT OF NON-HOMOGENEOUS RELATIVE PERMITIVITY VALUES ON PERFORMANCE OF SINGLE LAYER CIRCULAR MICROSTRIP *PATCH* ANTENNA AT X - BAND FREQUENCY

Wahyu Fadhilah<sup>1</sup>, Bambang Sumajudin<sup>2</sup>, Edwar<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>wahyufadhilah@yahoo.co.id, <sup>2</sup>sumajudin@telkomuniversity.ac.id, <sup>3</sup>eduatgugel@gmail.com

#### Abstrak

Antena mikrostrip merupakan antena yang sering digunakan untuk berbagai keperluan karena mempunyai beberapa kelebihan antara lain kecil, sederhana, dan murah. Dibalik kelebihan itu, terdapat beberapa kekurangan yaitu mempunyai *Bandwidth* yang kecil dan *Gain* yang kecil. Pada dasarnya, menggunakan substrat dengan nilai permitivitas yang rendah akan menghasilkan *Bandwidth* yang besar tetapi dengan dimensi yang lebih besar dan *Gain* yang kecil. Sebaliknya, menggunakan substrat dengan nilai permitivitas yang tinggi akan menghasilkan *Gain* yang besar dan dimensi yang lebih kecil tetapi dengan *Bandwidth* yang kecil. Perancangan antena dilakukan dengan menggunakan bentuk sirkular dan substrat bahan Roger RT5880 dengan nilai permitivitas relatif sebesar 2,2 serta ketebalan 1,588 mm. Perancangan dilakukan dengan proses membuat antena mikrostrip Single Layer *Patch* sirkular. Selanjutnya dilakukan perubahan bahan substrat menjadi tidak homogen di beberapa bagian dengan range nilai permitivitas relatif ( $\epsilon_r$ ) +25% dan +18%. Hasil antena perancangan adalah antena mikrostrip single layer *Patch* sirkular dengan substrat tidak homogen. Substrat tidak homogen dirancang mengelilingi bentuk *Patch*. Dengan modifikasi substrat 3 skenario yaitu 5 segmen, 9 segmen, dan 13 segmen. Peningkatan nilai *Bandwidth* dan *Gain* paling besar terjadi pada saat kondisi substrat tidak homogen 13 segmen dengan range nilai permitivitas relatif menurun sebesar 25% dan lebar segmen sebesar 0,5 mm. Performansi antena yang paling baik berupa peningkatan *Bandwidth* sebesar 128,15 MHz (29,558%), *Gain* sebesar 0.8076 dBi (11,855%), dan frekuensi tengah dari antena bergeser ke kanan (bertambah) sebesar 1,0075 GHz (9,842%) daripada performansi dengan substrat homogen.

**Kata kunci :** Antena Mikrostrip, Single Layer *Patch* Sirkular, Permitivitas Relatif Tidak Homogen, X-Band, Microstrip Line Feed, Roger RT5880

#### Abstract

Microstrip antenna is an antenna that is often used for various purposes because it has several advantages including small, simple, and inexpensive. Behind that advantage, there are some disadvantages, namely having a small *Bandwidth* and small *Gain*. Basically, using a substrate with a low permittivity value will produce large *Bandwidth* but with larger dimensions and smaller *Gain*. Conversely, using a substrate with a high permittivity value will produce a large *Gain* and smaller dimensions but with a small *Bandwidth*. The antenna design is done by using the circular shape and substrate of Roger RT5880 with a relative permittivity value of 2.2 and also 1.588 mm. The design is done by making a circular micro-strip antenna Single Layer *Patch*. Being arranged substrate is not homogeneous in some parts with a range of relative permittivity values ( $\epsilon_r$ ) + 25% and +18%. The result of the design antenna is a circular *Patch* single layer microstrip antenna with a non-homogeneous substrate. Non-homogeneous substrates are designed around the *Patch* shape. With substrate modifications 3 scenarios are 5 segments, 9 segments, and 13 segments. The highest increase in *Bandwidth* value and *Gain* occurs when the 13 segment non-homogeneous substrate conditions with a range of relative permittivity values decrease by 25% and the segment width is 0.5 mm. The best antenna performance is a *Bandwidth* increase of 128.15 MHz (29.558%), a *Gain* of 0.8076 dBi (11.855%), and the center frequency of the antenna shifts to the right (increment) of 1.0075 GHz (9.842%) rather than performance with homogeneous substrate.

**Keywords:** Microstrip Antenna, Circular Single Layer *Patch*, Non-Homogeneous Relative Permittivity, X-Band, Microstrip Line Feed, Roger RT5880

## 1. Pendahuluan

Antena mikrostrip merupakan antena yang sering digunakan untuk berbagai keperluan karena mempunyai beberapa kelebihan antara lain kecil, sederhana, dan murah. Dibalik kelebihan itu, terdapat beberapa kekurangan yaitu mempunyai *Bandwidth* yang kecil dan *Gain* yang kecil. Pada dasarnya, menggunakan substrat dengan nilai permitivitas yang rendah akan menghasilkan *bandwidth* yang besar tetapi dengan dimensi yang lebih besar dan *gain* yang kecil. Sebaliknya, menggunakan substrat dengan nilai permitivitas yang tinggi akan menghasilkan *gain* yang besar dan dimensi yang lebih kecil tetapi dengan *bandwidth* yang kecil [1].

Antena memiliki 3 bagian, yaitu *Ground Plane*, Substrat, dan *Patch*. Setiap bagian mempunyai bahan yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya, *ground plane* dan *patch* memiliki bahan yang sama yaitu *copper*, sedangkan substrat bisa memiliki bahan yang berbeda. Dalam hal ini, bahan substrat yang digunakan adalah *Roger RT5880* dengan permitivitas relatif 2,2 dengan ketebalan 1,588 mm. Teknik pencatutan yang digunakan yaitu *Microstrip Line Feed* [2].

Peningkatan performansi antena sangat diperlukan. Jenis antena mikrostrip merupakan jenis antena yang dapat di kembangkan lebih lanjut lagi. Terdapat banyak metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan performansi antena. Dalam hal ini penulis akan mengangkat topik tentang “Pengaruh Nilai Permitivitas Relatif tidak Homogen Terhadap Performansi pada Antena Mikrostrip *Single Layer Patch* Sirkular Frekuensi *X - Band*”. Diharapkan dengan merubah nilai dielektrik yang selama ini bernilai konstan pada sebuah antena mikrostrip dapat meningkatkan performansi antena sehingga dapat memperkecil kelemahan dari antena mikrostrip.

Pada Studi lainnya digunakan substrat tidak homogen untuk meningkatkan *bandwidth* dan *gain* pada antena. Dengan menggunakan substrat dengan nilai permitivitas relatif tidak sama pada suatu antena mikrostrip yaitu udara, *Rogers RU-3003*, dan *Rogers RT/Duroid-5880*. Substrat tidak homogen ini telah digunakan untuk menurunkan indeks dielektrik yang efektif dari substrat Homogen, menekan gelombang permukaan yang berasal dari sebuah *patch*, mengurangi hilangnya penyisipan *filter*, meningkatkan pola radiasi dari *patch* dan mengurangi *mutual coupling* di antara antena elemen *array* [3].

## 2. Konsep Dasar/ Material dan Metodologi/ Perancangan

### 2.1 Antena Mikrostrip

Antena Mikrostrip adalah salah satu jenis antena yang sangat populer. Antena mikrostrip memiliki sifat yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada semua jenis permukaan. Dengan sifat yang dimiliki oleh antena mikrostrip, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan industri telekomunikasi saat ini sehingga dapat digunakan oleh perangkat telekomunikasi bahkan dengan ukuran paling kecil sekalipun. Antena mikrostrip terbagi menjadi 3 bagian yaitu, *Patch*, substrate, dan *ground plane*[3].

### 2.2 Substrat

Substrat pada antena mikrostrip terbuat dari bahan dielektrik yang mempunyai fungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catutan. Bahan substrat pada antena mikrostrip dapat berdasarkan karakteristik material yang diinginkan untuk daya yang optimal pada suatu jarak frekuensi tertentu. Spesifikasi umum substrat pada antena mikrostrip termasuk nilai konstanta permitivitas relatif, faktor disipasi (*loss tangent*), dan ketebalan. Substrat pada antena mikrostrip mempunyai nilai konstanta permitivitas relatif antara  $2,2 < \epsilon_r < 12$  digunakan pada frekuensi dari 1 hingga 100 GHz[3].

**Tabel 1** Nilai Permitivitas Relatif berdasarkan jenis bahan.

Jenis Bahan	Permitivitas Relatif ( $\epsilon_r$ )
Udara	1
Foam	1.07
Fr-4 Epoxy	4.4
RT/Duroid 5880	2.2
Polysterene-quartz	2.6
Teflon-ceramic	2.3
Polyolefin-ceramic	3 – 10
Polyster-ceramic	6

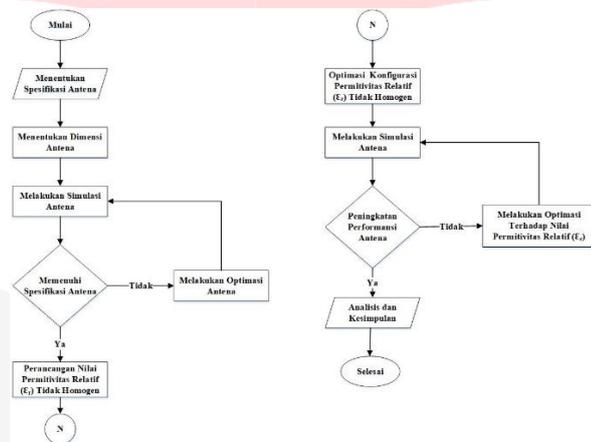
### 2.3 Pengaruh Material Substrat pada Antena Mikrostrip

Dalam merancang antena mikrostrip pemilihan bahan atau material substrat sangat penting. Sifat substrat seperti konstanta dielektriknya dan rugi tangensial memiliki efek yang baik pada karakteristik antena. Antena mikrostrip memiliki *Patch* pemancar di satu sisi substrat dielektrik dan sisi lain memiliki groundplane. Perubahan nilai permitivitas relatif pada bahan substrat, serta meningkatkan nilai substrat dapat memberikan hasil yang lebih baik, tetapi setelah  $\epsilon_r = 5$ , return loss berjalan di atas dari -10 dB dalam grafik, yang tidak dapat diterima untuk antena standar [4].

Substrat heterogen menghasilkan nilai yang berbeda permitivitas pada lokasi yang berbeda dalam substrat dan digunakan untuk meningkatkan kinerja elektromagnetik antena mikrostrip. Substrat ini telah digunakan untuk menurunkan indeks dielektrik yang efektif dari substrat Homogen, menekan gelombang permukaan yang berasal dari sebuah *Patch*, mengurangi hilangnya penyisipan filter, meningkatkan pola radiasi dari *Patch* dan mengurangi mutual coupling di antara antena elemen array [5].

### 2.4 Tahap Perancangan

Tahap - tahap dalam perancangan, simulasi, sampai tahap analisis akan dijelaskan secara singkat dalam flowchart berikut.



Gambar 1 Diagram alir perancangan tugas akhir.

## 3. Perancangan

### 3.1. Spesifikasi Antena

Sebelum melakukan perancangan, terlebih dahulu menentukan spesifikasi antena yang diinginkan. Yaitu antena mikrostrip dengan bentuk *Patch* sirkular. Berikut adalah spesifikasi yang diinginkan:

Tabel 2 Spesifikasi Antena

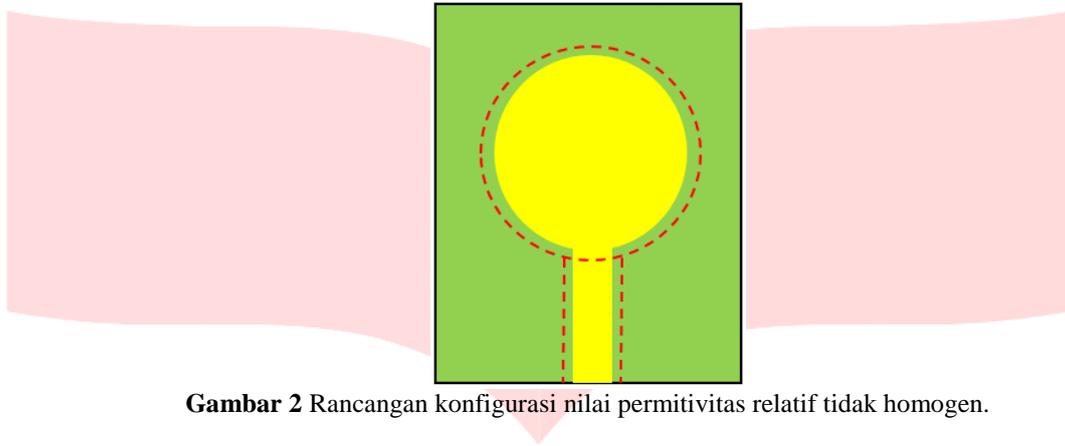
Frekuensi Kerja	10 GHz
Range Nilai $\epsilon_r$	$\pm 25\%$
VSWR	$\leq 2$
Return Loss	$\leq -10$
Bentuk <i>Patch</i>	Sirkular
Teknik Pencatuan	<i>Microstrip Line Feed</i>

### 3.2. Pemilihan Bahan Antena

Parameter yang dipertimbangkan dalam penelitian kali ini adalah ketebalan substrat (h) dan konstanta permitivitas relatif ( $\epsilon_r$ ). Bahan substrat yang digunakan adalah Roger RT5880 yang memiliki nilai permitivitas relatif ( $\epsilon_r$ ) = 2,2 dengan ketebalan substrat (h) = 1,588 mm. Untuk pemilihan bahan substrat untuk meningkatkan performansi antena dapat menyesuaikan dengan kebutuhan atau sampai terdapat peningkatan performansi yang diinginkan.

### 3.3. Skenario Penelitian

Setelah perancangan antenna mikrostrip *Patch* sirkular, dilakukan peningkatan performansi antenna dengan merubah nilai permitivitas relatif menjadi tidak homogen. Range modifikasi nilai permitivitas relatif yang digunakan antara 1,65 – 2,75 ( $\pm 25\%$  dari nilai permitivitas relatif yang digunakan). Untuk melihat apakah performansi sudah lebih baik dilihat dari parameter antenna tersebut yaitu VSWR, *Gain*, dan Efisiensi.



**Gambar 2** Rancangan konfigurasi nilai permitivitas relatif tidak homogen.

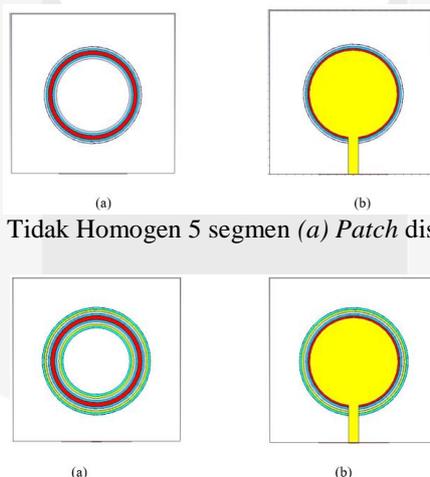
### 3.4 Skenario Penelitian antenna dengan substrat tidak homogen

Pada penelitian ini dilakukan simulasi antenna dengan substrat homogen terlebih dahulu. Setelah parameter antenna dengan substrat homogen sudah optimal, maka dirancang antenna dengan substrat tidak homogen menggunakan dimensi antenna homogen yang sudah optimal. Perancangan antenna tidak homogen di bagi menjadi 3 skenario yaitu 5 segmen, 9 segmen, dan 13 segmen. Dengan ukuran normal setiap segmen adalah 0,25mm. hasil parameter selanjutnya akan diverifikasi dengan 2 simulator. Parameter yang dibandingkan adalah *Bandwidth* dan *Gain*.

Range nilai yang akan digunakan pada antenna tidak homogen yaitu 18% dan 25%. Setiap range nilai pada setiap segmen dilakukan meningkat dan juga menurun. Untuk range nilai 25% memiliki range nilai meningkat 2,2-2,75, sedangkan untuk yang menurun 2,2-1,65. Untuk range nilai 18% memiliki range nilai meningkat 2,2-2,59, sedangkan yang menurun 2,2-1,81.

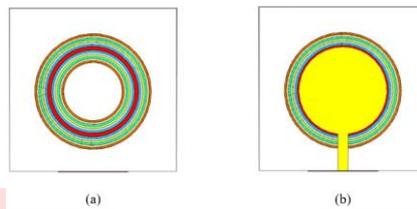
**Tabel 3** Parameter Dimensi Antena

Nama	Nilai(mm)	Deskripsi
r	5.25	Jari-jari <i>Patch</i>
wf	1.2	Lebar <i>Feedline</i>
lf	4.4	Panjang <i>Feedline</i>
t	0.05	Tebal <i>Patch</i>
h	1.588	Tebal Substrat
wg	20.028	Lebar <i>Ground Plane</i>
lg	19.664	Panjang <i>Ground Plane</i>



**Gambar 3** Antena Substrat Tidak Homogen 5 segmen (a) *Patch* disembunyikan, (b) *Patch* diperlihatkan

**Gambar 4** Antena Substrat Tidak Homogen 9 segmen (a) *Patch* disembunyikan, (b) *Patch* diperlihatkan



**Gambar 5** Antena Substrat Tidak Homogen 13 segmen (a) *Patch* disembunyikan, (b) *Patch* diperlihatkan

#### 4. Analisis

Digunakan 2 simulator untuk memverifikasi hasil simulasi. Selanjutnya hasil simulasi akan dianalisis apakah perancangan antena substrat Tidak Homogen dapat menghasilkan performansi yang lebih baik dari antena substrat homogen. Parameter yang diamati yaitu *Bandwidth* dan *Gain*.

#### 4.1. Parameter Antena dengan Substrat Homogen

##### 4.1.1 Nilai Permittivitas Relatif 2,2

Pada simulasi antena dengan substrat homogen didapatkan *Bandwidth* 433 MHz pada simulator 1 dan sebesar 434,1 MHz pada simulator 2. Dapat diamati nilai *Bandwidth* pada simulator 2 lebih besar dibandingkan dengan nilai pada simulator 1.

Didapatkan hasil simulasi nilai *Gain* pada 2 simulator. Nilai *Gain* untuk antena dengan substrat homogen pada simulator 1 yaitu 6,313 dB, sedangkan nilai *Gain* pada simulator 2 yaitu 7,7797 dB. Untuk jenis pola radiasi untuk antena dengan substrat homogen pada 2 simulator yaitu Unidirectional dengan side back lobe yang kecil.

##### 4.1.2. Nilai Permittivitas Relatif 1,65

Antena dengan substrat homogen pada dimensi yang sama, jika nilai permitivitas relatif diturunkan menjadi 1,65 (25%) maka dihasilkan nilai bandwidth dan gain yang lebih besar dengan frekuensi tengah yang bergeser ke kanan. Peningkatan nilai bandwidth yang terjadi sebesar 137,1 MHz atau sebesar 31,62% daripada nilai bandwidth dengan substrat homogen  $\epsilon_r=2,2$ . Sedangkan peningkatan nilai gain yang terjadi sebesar 1,0456 dBi atau sebesar 15,35% daripada nilai gain dengan substrat homogen  $\epsilon_r=2,2$ .

##### 4.1.3. Nilai Permittivitas Relatif 2,75

Antena dengan substrat homogen pada dimensi yang sama, jika nilai permitivitas relatif dinaikkan menjadi 2,75 (25%) maka dihasilkan nilai bandwidth dan gain yang lebih kecil dengan frekuensi tengah yang bergeser ke kiri. Penurunan nilai bandwidth yang terjadi sebesar 228,35 MHz atau sebesar 52,67% daripada nilai bandwidth dengan substrat homogen  $\epsilon_r=2,2$ . Sedangkan penurunan nilai gain yang terjadi sebesar 0,49525 dBi atau sebesar 7,27% daripada nilai gain dengan substrat homogen  $\epsilon_r=2,2$ .

#### 4.2. Parameter Antena dengan Substrat Tidak Homogen

##### 4.2.1. Skenario Antena Tidak Homogen 5 Segmen

Dari hasil simulasi di dapatkan adanya perubahan nilai *Bandwidth*. Untuk *range* nilai naik ketika diperbesar sebanyak 2 sampai 3 kali dari ukuran normal segmen, nilai *Bandwidth* akan mengalami penurunan dan ketika diperkecil akan mengalami peningkatan. Untuk *range* nilai turun ketika diperbesar sebanyak 2 sampai 3 kali dari ukuran normal segmen nilai *Bandwidth* mengalami peningkatan dan ketika diperkecil akan mengalami penurunan

Pada penelitian ini didapatkan hasil *Gain* dan pola radiasi antena. Untuk *range* nilai naik ketika diperbesar sebanyak 2 sampai 3 kali dari ukuran normal segmen nilai *Gain* akan mengalami penurunan nilai, sedangkan ketika diperkecil akan mengalami peningkatan. Untuk *range* nilai turun ketika diperbesar sebanyak 2 sampai 3 kali dari ukuran normal segmen nilai *Gain* akan mengalami peningkatan nilai, sedangkan ketika diperkecil akan mengalami penurunan. Pada simulator 2 untuk *range* nilai turun ketika diperbesar maupun diperkecil nilai *Gain* akan mengalami peningkatan. Seperti ditunjukkan pada gambar 6.

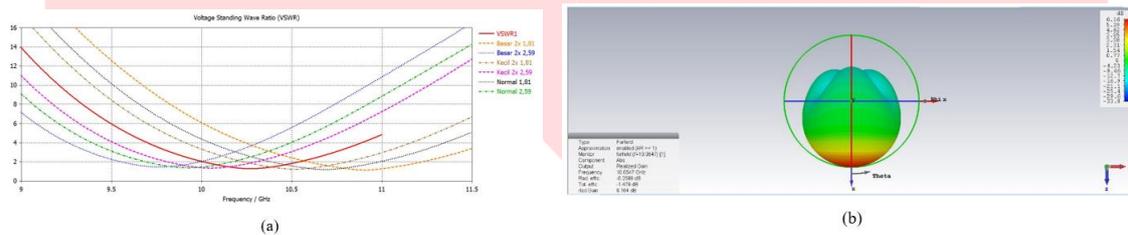


**Gambar 6** Hasil Antena Substrat Tidak Homogen 5 segmen (a) Nilai *Bandwidth*, (b) Nilai *Gain*

#### 4.2.2. Skenario Antena Tidak Homogen 9 Segmen

Dari hasil simulasi di dapatkan adanya perubahan nilai *Bandwidth*. Untuk *range* nilai naik ketika diperbesar sebanyak 2 sampai 3 kali dari ukuran normal segmen nilai *Bandwidth* mengalami penurunan dan ketika diperkecil akan mengalami peningkatan. Untuk *range* nilai turun ketika diperbesar sebanyak 2 sampai 3 kali dari ukuran normal segmen nilai *Bandwidth* mengalami peningkatan dan ketika diperkecil akan mengalami penurunan.

Pada penelitian ini didapatkan hasil *Gain* dan pola radiasi antena. Pada *range* nilai naik ketika diperbesar sebanyak 2 sampai 3 kali dari ukuran normal segmen nilai *Gain* akan mengalami penurunan nilai, sedangkan ketika diperkecil akan mengalami peningkatan. Pada simulator 2 untuk *range* nilai naik ketika diperbesar dan diperkecil nilai *Gain* mengalami penurunan nilai. Untuk *range* nilai turun ketika diperbesar sebanyak 2 sampai 3 kali dari ukuran normal segmen nilai *Gain* akan mengalami peningkatan nilai, sedangkan ketika diperkecil akan mengalami penurunan. Pada simulator 2 untuk *range* nilai turun ketika diperkecil mengalami peningkatan. Seperti ditunjukkan pada gambar 7.

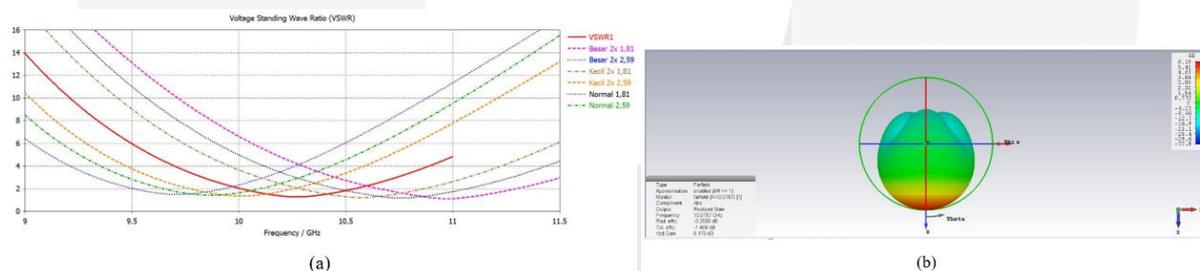


Gambar 7 Hasil Antena Substrat Tidak Homogen 9 segmen (a) Nilai *Bdnwidth*, (b) Nilai *Gain*

#### 4.2.3. Skenario Antena Tidak Homogen 13 Segmen

Dari hasil simulasi di dapatkan adanya perubahan nilai *Bandwidth*. Dimana untuk *range* naik ketika diperbesar sebanyak 2 kali dari ukuran normal segmen nilai *Bandwidth* mengalami penurunan dan ketika diperkecil akan mengalami peningkatan. Untuk *range* nilai turun ketika diperbesar sebanyak 2 kali dari ukuran normal segmen nilai *Bandwidth* mengalami peningkatan dan ketika diperkecil akan mengalami penurunan. Pada *range* nilai turun untuk simulator 2 ketika diperkecil mengalami peningkatan.

Pada penelitian ini didapatkan hasil *Gain* dan pola radiasi antena. Untuk *range* nilai naik ketika diperbesar sebanyak 2 kali dari ukuran normal segmen nilai *Gain* akan mengalami penurunan nilai, sedangkan ketika diperkecil akan mengalami peningkatan. Pada simulator 2 untuk *range* nilai naik ketika diperkecil akan mengalami penurunan. Untuk *range* nilai turun ketika diperbesar sebanyak 2 kali dari ukuran normal segmen nilai *Gain* akan mengalami peningkatan nilai, sedangkan ketika diperkecil akan mengalami penurunan. Seperti ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8 Hasil Antena Substrat Tidak Homogen 13 segmen (a) Nilai *Bandwidth*, (b) Nilai *Gain*

### 4.3. Analisis Perubahan Performansi Antena

Analisis perubahan performansi antena yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah dengan membandingkan antena substrat homogen dengan skenario penelitian antena tidak homogen yang sudah dilakukan. Hasil simulasi antena mikrostrip *single layer patch* Sirkular ditunjukkan dalam Tabel 4.13.

Dari simulasi yang sudah dilakukan, terdapat pola yang berulang dari modifikasi substrat tidak homogen. Pada kondisi peningkatan nilai permitivitas relatif, semakin besar jumlah segmen dan range nilai permitivitas maka nilai *bandwidth* akan semakin kecil, frekuensi tengah akan bergeser ke kiri (berkurang), dan gain akan semakin kecil. Pada kondisi penurunan nilai permitivitas relatif, semakin besar jumlah segmen dan range nilai permitivitas

maka nilai *bandwidth* akan semakin besar, frekuensi tengah akan bergeser ke kanan (bertambah), dan *gain* akan semakin besar.

Antena dengan substrat homogen pada dimensi yang sama, jika nilai permitivitas relatif diturunkan menjadi 1,65 (25%) maka dihasilkan nilai *bandwidth* dan *gain* yang lebih besar dengan frekuensi tengah yang bergeser ke kanan. Untuk frekuensi tengah yang sama dengan substrat tidak homogen 13 segmen dengan range nilai permitivitas relatif sebesar 25% dan lebar segmen sebesar 0,5 mm, didapatkan nilai *gain* yang lebih besar, nilai *bandwidth* yang lebih kecil, dan ukuran *patch* yang lebih besar. Sebaliknya, jika nilai permitivitas relatif dinaikkan menjadi 2,75 (25%) maka dihasilkan nilai *bandwidth* dan *gain* yang lebih kecil dengan frekuensi tengah yang bergeser ke kiri. Untuk frekuensi tengah yang sama dengan substrat tidak homogen 13 segmen dengan range nilai permitivitas relatif sebesar 25% dan lebar segmen sebesar 0,5 mm, didapatkan nilai *gain* yang lebih kecil, nilai *bandwidth* yang lebih kecil, dan ukuran *patch* yang lebih kecil.

Untuk mendapatkan nilai *bandwidth* yang optimal digunakan substrat tidak homogen 13 segmen dengan nilai permitivitas relatif diturunkan sebesar 25% untuk lebar segmen 0,5 mm. Peningkatan nilai *bandwidth* yang terjadi sebesar 128,15 MHz (29,558%) daripada nilai *bandwidth* dengan substrat homogen. Peningkatan nilai *gain* yang terjadi sebesar 0.8076 dBi (11,855%) dan frekuensi tengah dari antena bergeser ke kanan (bertambah) sebesar 1,0075 GHz (9,842%) daripada frekuensi tengah dengan substrat homogen. Sedangkan, untuk mendapatkan nilai *gain* yang optimal digunakan substrat homogen dengan nilai permitivitas relatif diturunkan sebesar 25% pada frekuensi 11,24 GHz. Peningkatan nilai *gain* yang terjadi sebesar 1.004 dBi (14,73%) dan nilai *bandwidth* yang terjadi sebesar 105,95 MHz (24,44%) daripada antena dengan substrat homogen.

## 5. Simpulan

Peningkatan performansi antena sangat diperlukan. Jenis antena mikrostrip merupakan jenis antena yang dapat di kembangkan lebih lanjut lagi. Terdapat banyak metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan performansi antena. Dengan merubah nilai dielektrik yang selama ini bernilai konstan pada sebuah antena mikrostrip dapat meningkatkan performansi antena. Substrat heterogen menghasilkan nilai yang berbeda permitivitas pada lokasi yang berbeda dalam substrat dan digunakan untuk meningkatkan kinerja elektromagnetik antena mikrostrip. Substrat ini telah digunakan untuk menurunkan indeks dielektrik yang efektif dari substrat Homogen, menekan gelombang permukaan yang berasal dari sebuah *Patch*, mengurangi hilangnya penyisipan filter, meningkatkan pola radiasi dari *Patch* dan mengurangi mutual coupling di antara antena elemen array.

## Daftar Pustaka:

- [1] Herudin, "Perancangan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,6 GHz untuk aplikasi LTE," SETRUM, vol. 1, no. 1, p. 41, 2012
- [2] F. A. T. Nayna, K. M. A. Baki dan F. Ahmed, "Comparative Study of Rectangular and Circular Microstrip *Patch* Antennas in X Band," IEEE, vol. I, no. 1, pp. 1-5, 2014.
- [3] Asisten Lab Antena, Design of Array Antenna for Wireless Communication with CST, Bandung: Antenna Laboratory, 2017.
- [4] S. S. Shukla, R. K. Verma dan G. S. Gohir, "Investigation of the effect of Substrate material on the performance of Microstrip Antenna," dalam 2015 4th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (ICRITO), Noida, India, 2015.
- [5] S. S. Bukhari dan W. G. Whittow, "Heterogeneous Substrate Microstrip Antenna with Enhanced *Bandwidth*," dalam 2013 Loughborough Antennas & Propagation Conference, Loughborough, UK, 2013.