

## ANTENA MIKROSTRIP SIRKULAR DENGAN *SLOT LOADING* TECHNIQUE DAN MULTI LAYERS SUBSTRATE UNTUK RECEIVER GPS

### A CIRCULAR MICROSTRIP ANTENNA WITH *SLOT LOADING* TECHNIQUE AND MULTI LAYERS SUBSTRATE FOR GPS RECEIVER

<sup>1</sup>Saenab Ramadhani, <sup>2</sup>Dr. Ir. Heroe Wijanto, M.T., <sup>3</sup>Edwar, S.T., M.T

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

<sup>1</sup>Saenabr@telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>heroe@telkomuniversity.co.id,

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

#### Abstrak

Miniaturisasi pada antena GPS bertujuan untuk mendukung pengintegrasian sistem kepada sebuah *small device*. Miniaturisasi antena sebelumnya telah banyak dilakukan dalam berbagai penelitian dengan berbagai macam teknik dan metode. Mulai dari penggunaan teknik *Defected Ground Structure (DGS)*, *Slot Loading Technique* hingga penggunaan substrat dengan permitivitas yang tinggi. dalam penelitian ini miniaturisasi dilakukan dengan mengkombinasikan metode *slot loading technique* dan *multi layers substrate*. Pemilihan metode *slot loading technique* didasarkan pada tingginya keberhasilan reduksi dari dimensi antena dan adanya perbaikan performa dari pemberian slot pada antena. Pada jurnal-jurnal sebelumnya keberhasilan *slot loading technique* dalam melakukan miniaturisasi antena mencapai hingga 80% reduksi. Penerapan metode *Multi layers substrate* ditujukan untuk menanggulangi besarnya lobe belakang dari antena ketika miniaturisasi dilakukan. Metode tersebut ditujukan untuk meningkatkan efisiensi dari antena sehingga *gain* antena dapat meningkat dan menghilangkan *backlobe* dari antena. Setelah dilakukan 7x proses simulasi antena, hasil akhir yang diperoleh dari antena dengan *Slot Loading Technique* dan *Multi Layers Substrate* berhasil mengecilkan dimensi antena hingga 38% dan menghilangkan lobe belakang antena yang menjadi permasalahan utama saat dilakukan miniaturisasi. Setiap penambahan lapisan substrat dan penambahan slot akan menaikkan nilai *gain* sehingga *backlobe* pada antena akan mengecil. Antena miniaturisasi dengan penambahan 2 slot pada *patch* dan 3 lapis substrat memiliki VSWR 1,8, *bandwith* sebesar 77,6 MHz serta *gain* sebesar 2,02 dBi dan polarisasi berbentuk *elips*. Antena ini juga memiliki pola radiasi omnidireksional sesuai dengan keperluan *receiver* antena GPS. **Kata kunci** : *Global Positioning System, Mikrostrip, Miniaturisasi, Slot Loading Technique, Multi Layers Substrate*

#### Abstract

Miniaturization on GPS antenna aims to support the integration of the system into a small device. Miniaturization of antennas has previously been widely done in various studies with a various of techniques and methods. Starting from the use of Defected Ground Structure (DGS) techniques, Slot Loading Technique until use of substrates with high permitivity. in this research miniaturization was done by combining slot loading technique method and multi layers substrate. The selection of slot loading technique method is based on the high success of reduction of antenna dimensions and the improvement of performance from the provision of slots on the antenna. In previous journals the success of slot loading technique in miniaturizing antennas reached up to 80% reduction. The application of the Multi layers substrate method is intended to overcome the size of the rear lobe of the antenna when miniturization is performed. The method is intended to increase the efficiency of the antenna so that the gain of the antenna can increase and remove the backlobe from the antenna. After 7x antenna simulation process, the final result obtained from the antenna with Slot Loading Technique and Multi Layers Substrate managed to shrink the dimensions of the antenna up to 38% and eliminate the backlobe of the antenna which is the main problem when miniaturization. Each addition of substrate layer and slot addition will increase the gain value so the backlobe on the antenna will decrease. The miniaturization antenna with the addition of 2 slots on the patch and 3 layers of substrate has VSWR 1.8, bandwidth around 77.6 MHz and a gain of 2.02 dBi and elliptical polarization. This antenna also has an omnidireksional radiation pattern according to the needs of the GPS antenna receiver.

**Keywords:** Global Positioning System, Microstrip, Miniaturization, Slot Loading Technique, Multi Layers Substrate

## 1. Pendahuluan

Pada umumnya miniaturisasi antena dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu dengan menggunakan material dielektrik permitivitas tinggi sebagai substrat, melakukan pencatatan pada *ground* ataupun pemberian slot pada *patch* dan teknologi metamaterial. Penggunaan dielektrik substrat permitivitas tinggi meningkatkan intensitas gelombang permukaan pada material sehingga tidak direkomendasikan karena akan berdampak pada penurunan kualitas antena [2] sedangkan memperkecil dimensi antena dengan metode metamaterial memiliki tingkat kesulitan yang tinggi dan tidak semua band frekuensi dapat menerapkan metode metamaterial dengan jenis tertentu. Maka pada penelitian ini penulis memilih *slot loading* teknik yaitu teknik dimana elemen peradiasi dari antena akan diberi celah dengan posisi dan model tertentu. Yang kemudian teknik tersebut akan dikombinasikan dengan pemberian 3 lapis bahan dielektrik untuk mengurangi efek *backlobe* yang disebabkan oleh pemberian slot pada miniaturisasi. Pemberian celah ini akan membuat frekuensi kerja dari antena bergeser sehingga memungkinkan untuk melakukan pengecilan dimensi pada antena. Selain untuk menghasilkan dimensi yang lebih *compact* kedua teknik tersebut juga dapat menghasilkan peningkatan pada *bandwith* dan *gain* antena [3] juga teknik ini memungkinkan untuk menghasilkan antena dual frekuensi. Fokus utama pada penelitian ini untuk membuktikan seberapa efisien teknologi *slot loading technique* dapat mereduksi dimensi dari antena dengan tanpa menurunkan kinerja dari antena itu sendiri dan melakukan perbandingan ukuran dimensi dengan antena *receiver* mikrostrip konvensional yaitu antena mikrostrip *patch circular* biasa tanpa penambahan metode apapun. Miniaturisasi akan dilakukan minimal 30% dimensi yang akan dibuktikan melalui perbandingan ukuran dimensi dengan antena mikrostrip *patch* sirkular. Simulasi akan dilakukan dengan menggunakan software CST Studio 2006 dengan spesifikasi desain antena sebagai berikut :

Tabel 1 Spesifikasi antena

Frekuensi kerja	1575 MHz
Impedansi	50 $\Omega$
VSWR	$\leq 2$
Pola radiasi	Omnidireksional
Return loss	$\leq -10$
Miniaturisasi	$\geq 30\%$ (dari antena GPS konvensional)
Gain	1 s/d 3dBi
Bandwith	2-4 MHz

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Contoh Persamaan Matematika

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem navigasi yang berbasis satelit dengan saling berhubungan di orbitnya. Untuk dapat mengetahui posisi seseorang maka diperlukan alat yang diberi nama GPS *reciever* yang berfungsi untuk menerima sinyal yang dikirim dari satelit GPS dan kemudian di proses menjadi informasi yang dibutuhkan melalui sistem GPS *receiver*.

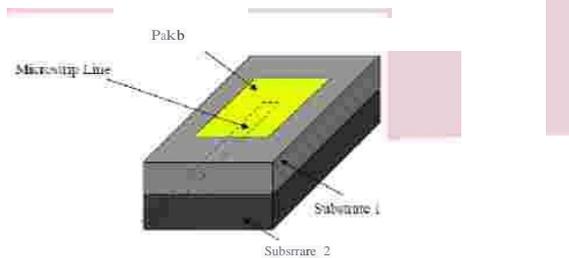
### 2.2 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah atau potongan yang mempunyai ukuran sangat tipis atau kecil. Karena bentuknya yang kecil antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan sistem telekomunikasi yang dapat diintegrasikan dengan peralatan-peralatan telekomunikasi yang berukuran kecil. Melalui beberapa dekade penelitiannya, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena mikrostrip diatur oleh bentuk geometri dari elemen peradiasi dan karakteristik material dari substrat yang digunakan.

### 2.3 Teknik Pencatuan

• **Mikrostrip Proximity Coupled**

Mikrostrip proximity coupled merupakan salah satu teknik pencatutan yang banyak digunakan dalam perancangan antenna mikrostrip. Jenis catutan ini menggunakan dua lapis substrat yang dipisahkan oleh saluran feedline dan *airgap*. Ilustrasi mikrostrip proximity coupled dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 1 Teknik Pencatutan Proximity Coupled

Pada gambar diatas terlihat bahwa saluran *feedline* diapit oleh dua buah substrate. Sedangkan *patch* berada diatas lapisan substrate pertama. Penggunaan teknik ini akan memberikan bandwidth yang lebih lebar (5-30%).

**Saluran Mikrostrip (Feedline)**

sebuah saluran mikrostrip tersusun dari dua buah bahan konduktor yang dipisahkan oleh sebuah bahan dielektrik dengan permitivitas relative ( $\epsilon_r$ ) dengan tinggi ( $h$ ). Dalam menentukan dimensi saluran mikrostrip parameter utama yang harus diketahui ialah impedansi karakteristik ( $Z_0$ ) dan spesifikasi komponen substrat ( $\epsilon_r, h$ ) dari antenna tersebut. Nilai impedansi karakteristik dan spesifikasi substrat dari saluran mikrostrip tersebut digunakan untuk menentukan lebar dari saluran ( $w$ ) dan panjang saluran ( $l$ ).

Untuk menghitung lebar saluran mikrostrip ( $w$ ) digunakan persamaan 2.1 sebagai berikut

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - t + \ln(2B-1) + \frac{1}{2\pi} \left[ \ln(B-1) + 0.39 - \frac{0.61}{B} \right] \right\} \tag{2.1}$$

Dimana nilai B diperoleh melalui persamaan 2.2

$$B = \frac{60t^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \tag{2.2}$$

Dengan nilai  $\epsilon_r$  dan  $Z_0$  sebagai berikut [1] :

$$Z_0 = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \tag{2.3}$$

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + \frac{12h}{W} \right)^{-1/2} \tag{2.4}$$

**2.4 Slot Loading Technique**

*Slot loading technique* merupakan teknik yang banyak dipakai dalam perancangan antenna mikrostrip. Teknik ini dilakukan dengan memberikan celah pada elemen peradiasinya. Dalam beberapa penelitian sebelumnya *slot loading technique* ini dapat diterapkan untuk meningkatkan *gain* dan memperlebar *bandwidth* dari antenna [6]. Setelah metode ini populer untuk menaikkan *gain* dan memperlebar *bandwidth* maka dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan desain antenna dengan dimensi yang lebih kecil dari antenna pada umumnya dengan tanpa merubah frekuensi kerjanya.

### 3. Perancangan dan simulasi antena

Dalam penelitian ini akan disimulasikan dua buah antena sebagai perbandingan untuk menentukan seberapa besar nilai reduksi dari *slot loading technique*. Yang pertama akan dibuat sebuah antena mikrostrip dengan *patch* lingkaran dengan pencatutan feedline kemudian antena yang kedua akan dibuat dengan penambahan *slot loading technique* pada elemen peradiasinya dengan teknik catuan *proximity coupled*. Dan *multi layers substrate*. Persamaan yang dapat digunakan untuk mencari jari-jari *patch* antena mikrostrip adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{8,79 \times 10^9}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3.1)$$

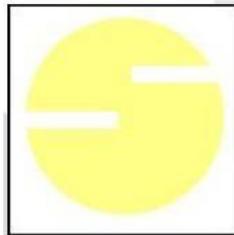
$$r = \frac{F}{[1 + \frac{2h}{F} (\frac{\pi F}{2h} + 1,7726)]} \times \frac{1}{2} \quad (3.2)$$

Dan untuk mencari ukuran dari saluran antena ditentukan melalui persamaan 2.1-2.4. berikut tabel hasil perhitungan dari dimensi antena mikrostrip *patch* sirkular dan ukuran hasil optimasinya serta ukuran target miniaturisasinya.

**Tabel 2** Perbandingan Dimensi Antena

No.	Dimensi	Perhitungan	Optimasi	Miniaturisasi
1	Lebar groundplane ( wg )	95,082	57,908	40
2	Panjang Groundplane ( lg )	67,508	90	50
3	Lebar substrat ( ws )	95,082	57,908	40
4	Panjang substrat ( ls )	67,508	90	50
5	Lebar feed ( wf )	2,951	3.1	7
6	Panjang feed ( lf )	26,13	26.13	26
7	Diameter patch	48,308	52.308	19

Ilustrasi model slot dapat dilihat pada gambar dimana slot yang diberikan berbentuk rectangle di sisi kiri dan kanan



**Gambar 2** Antena Miniatur Dua Slot Rectangle

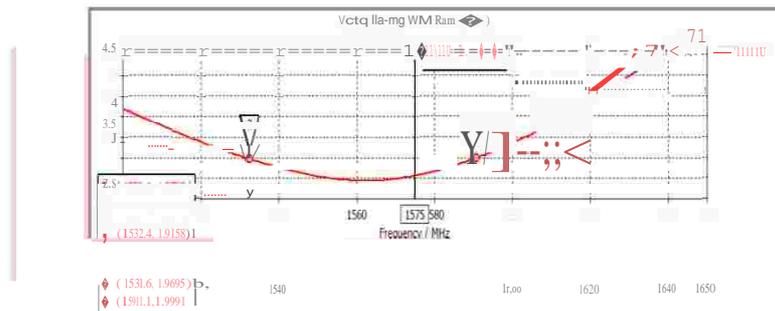
### Hasil simulasi

-Antena Konvensional

Setelah melalui tahap optimasi dengan perubahan beberapa ukuran di tiap elemennya maka hasil simulasinya sebagai berikut :

a. *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*

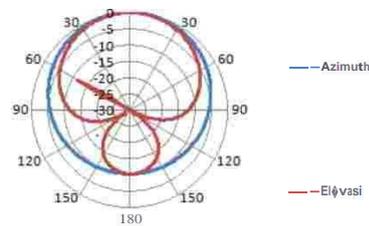
Nilai VSWR dari antena ini sebesar 1,5697 pada frekuensi kerja yakni 1575 MHz. nilai VSWR pada simulasi inipun telah memenuhi standar yang diizinkan < 2. Dengan *bandwith* sebesar 58,3 MHz



Gambar 3. VSWR Antena Sirkular setelah Optimasi

b. Pola radiasi dan gain

Hasil pola radiasi pada antena ini menunjukkan kearah omnidireksional sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan nilai gain sebesar 1.27 dBi. Yang mengalami peningkatan setelah proses optimasi.



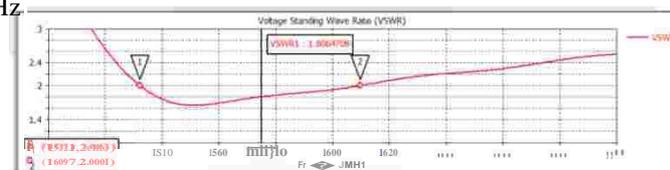
Gambar 4. Pola Radiasi Antena patch Circular

-Antena Miniaturisasi

Pada penambahan slot yang kedua ini miniaturisasi berhasil dilakukan dengan tercapainya spesifikasi-spesifikasi yang diinginkan.

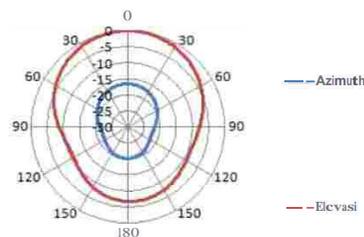
a. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Bandwith : 77,6 MHz



Gambar 5. VSWR Antena Miniatur Dengan 2 Slot

b. Pola Radiasi dan Gain



Gambar 6. Pola Radiasi Antena Miniatur dengan 2 Slot.

### A. Pengaruh Jumlah Lapisan *Substrate* Terhadap Kinerja Antena.

Dalam percobaan ini dilakukan beberapa simulasi dengan penambahan lapisan substrat. Untuk meningkatkan nilai gain dan menurunkan VSWR antena. Hasil dari simulasi tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah



(a)



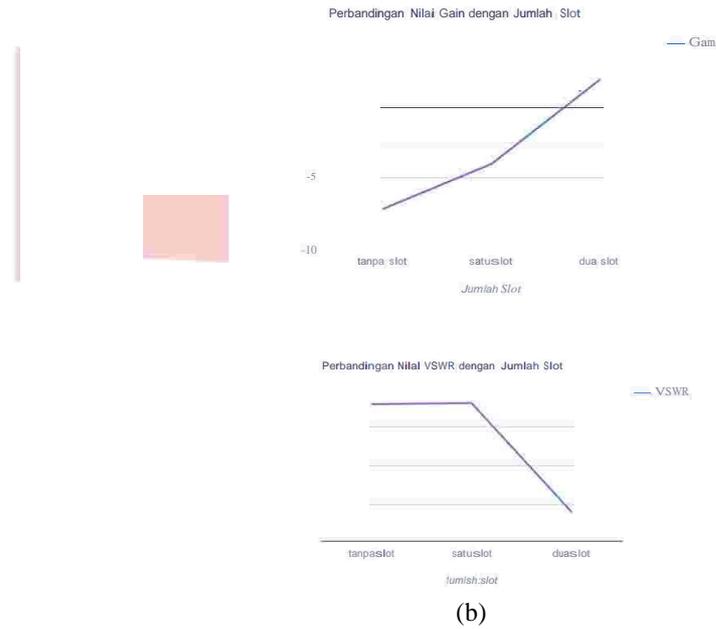
(b)

**Gambar 7** (a) Grafik Perbandingan Nilai VSWR dengan Jumlah Lapisan Substrate. (b) Perbandingan Nilai *Gain* dengan Jumlah Lapisan Substrat.

Terlihat pada gambar 7 seiring dengan penambahan lapisan pada substrate maka kinerja antena akan semakin baik. Mendekati spesifikasi yang diinginkan. Seperti yang telah dibahas bahwa bahan dielektrik akan berpengaruh terhadap gain dan efisiensi pada antena. Begitu pula dengan penggunaan bahan dielektrik dengan konstanta dielektrik yang tinggi akan membantu dalam mereduksi dimensi antena namun di beberapa penelitian sebelumnya penggunaan bahan dielektrik dengan konstanta dielektrik yang besar akan berdampak pada penurunan kualitas antena.

### B. Pengaruh Jumlah Slot pada *patch* Terhadap kinerja Antena.

Pengaruh jumlah slot dalam meningkatkan gain dan menurunkan VSWR dapat dilihat pada grafik gambar 3.2. dimana penambahan slot sangat berpengaruh dalam mengatasi *backlobe* pada antena dan menurunkan nilai VSWRnya. Yang dimana pemberian slot pada elemen peradiasi akan mengganggu distribusi arus pada antena sehingga menggeser frekuensi kerjanya. Itulah mengapa dimensi antena dapat direduksi.



**Gambar 8**(a) Grafik Perbandingan Nilai *Gain* dengan Jumlah Slot. (b) Perbandingan Nilai VSWR dengan Jumlah Slot

Pada grafik gambar diatas terlihat bahwa penambahan slot akan diiringi dengan perbaikan pada kualitas antenna. Pada slot kedua antenna yang diinginkan telah tercapai sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Tidak dilakukan penambahan slot lagi karena penambahan slot ke 3 akan menurunkan nilai VSWR namun ikut menurunkan nilai gain pada antenna.

### C. Perbandingan Performa Antena Miniaturisasi dan Antena Konvensional Perbandingan

**Tabel 3.** Perbandingan Performa Antena

Antena	Bandwith (MHz)	Gain (dBi)	VSWR	Axial Ratio (dB)	Pola Radiasi
Mikrostrip patch sirkular	58,3	1,56	1,5	40	Omnidireksional
Mikrostrip patch sirkular dengan slot loading technique dan multi layers substrate	77,6	2,02	1,8	36	Omnidireksional

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dalam seluruh proses penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Terjadi perubahan polarisasi antena saat sebelum diminiaturkan dan setelah diminiaturisasi. Perubahan terjadi dari bentuk sirkular ke linier
2. Miniaturisasi maksimal dilakukan dengan reduksi dimensi sebesar 38% melalui proses kombinasi metode antara *slot loading technique* dan *multi layers substrat*. Namun penggunaan metode *multi layers substrate* menambah ketebalan dari antena karena susunan dari substrat.
3. Hasil simulasi dari antena menunjukkan bahwa penambahan lapisan substrat akan meningkatkan performa dari antena. Tiap lapisan akan menambah nilai *gain* dan menurunkan nilai *VSWR*. Namun penambahan ketebalan dari elemen substrat akan mempengaruhi  $l_{eff}$  dari antena sehingga akan menambah ukuran dimensi.
4. Penggunaan *slot loading technique* akan memaksimalkan penurunan *VSWR* pada antena dan meningkatkan nilai *gain*. Sehingga menyempurnakan teknik *multi layers substrate*. Penambahan slot ke-3 akan menghasilkan *VSWR* antena yang lebih kecil namun meningkatkan besar *backlobe* dari antena. Sehingga penggunaan *double slot* telah maksimal untuk memenuhi spesifikasi yang ingin dicapai
5. Terjadi peningkatan lebar *bandwith* pada antena miniaturisasi karena pengaruh dari catuan *proximity coupled* dan *slot loading technique*.
6. *Bandwith* yang diperoleh antena miniaturisasi sebesar 77,6 MHz lebih lebar dibandingkan dengan antena konvensional sebelumnya yakni 58,3 MHz.

## Referensi :

- [1] Erwin, Surya and Syah, Alam, "Miniaturisasi Antena Mikrostrip Dengan Desain Fraktal Untuk Aplikasi Global Positioning System," *E - ISSN, J. Kaji. Tek. elektro*, vol. 2014.
- [2] Yunus, Mochammad, "Miniaturisasi Antena Planar dengan Teknologi Metamaterial MNG Struktur Spiral Resonator," Hal. 224–227.
- [3] K. Aditama, E. Wismiana, and M. Yunus, "Desain Miniaturisasi Antena Mikrostrip Patch Persegi Panjang dengan Slot Loading," no. 1, Hal. 134–139, 2018.
- [4] S. Alfeno, and R. Eka, C. Devi, "Implementasi Global Positioning System ( GPS ) dan Location Based Service ( LSB ) pada Sistem Informasi Kereta Api untuk Wilayah Jabodetabek," vol. 7, no. 2, 2017.
- [5] S. Painam and C. Bhuma, "Miniaturizing a Microstrip Antenna Using Metamaterials and Metasurfaces," Hal. 91–96.
- [6] K. Wong, *Broadband*, vol. 3. 2002.
- [7] D. N. Novikasari, "Desain Dan Simulasi Antena Mikrostrip Semicircular Half U-Slot Untuk Aplikasi Modem Gsm 1800 Mhz," vol. 11, no. 02, Hal. 42–54, 2013.
- [8] S. N. Manjunath, et al., "Metamaterial inspired compact antenna for UWB and GPS applications," *Prog. Electromagn. Res. Symp.*, vol. 2015-January, no. July, pp. 2848–2853, 2015.
- [9] A. Sujadi, E. Setijadi, and G. Hendratoro, "Desain Antena Mikrostrip dengan Tapered Peripheral Slits Untuk Payload Satelit Nano," vol. 1, no. 1, 2012.
- [10] L. Ruhjana, "Antena Mikrostrip Dual Band Monopole Rectangular Ring Untuk Aplikasi WLAN Dan Wimax," 1945.
- [11] F. Bilotti and A. Toscano, "Design of Spiral and Multiple Split-Ring Resonators for the Realization of Miniaturized Metamaterial," Januari 2016

