

DESAIN DAN SIMULASI ANTENA MICROSTRIP SEMICIRCULAR HALF U-SLOT UNTUK APLIKASI MODEM GSM 1800 MHZ

Waluyo¹ dan Dyan Nastiti Novikasari²

Abstrak

Permasalahan antena dari bahan konduktor adalah agak rumit pembuatannya dan ukuran biasanya agak besar. Sehingga untuk keperluan system komunikasi bergerak dipandang kurang efisien. Untuk keperluan tersebut dibutuhkan suatu antena yang sederhana, tipis, mudah pembuatannya, mudah feedingnya, bisa dihubungkan rangkaian lain, yakni antena microstrip. Cara membuat antena microstrip adalah dengan cara mencetak pada lempengan PCB (*Printed Circuit Board*), kemudian peradiasinya dilapisi dengan larutan perak atau bahan konduktor lain. Asumsi bahan yang digunakan adalah PCB epoxy (FR4) double layer dengan ketebalan bahan 1,5 mm dan konstanta dielektrik sebesar 4,5. Artikel membahas perencanaan atau desain sebuah antena mikrostrip bentuk semicircular Half U-Slot, yang bekerja pada frekuensi 1800 Mhz untuk aplikasi Modem GSM. Kemudian hasil perencanaan antenna microstrip tersebut akan disimulasikan dengan menggunakan perangkat software simulator mikrostrip IE3D.

Dari hasil Simulasi dapat diambil kesimpulan bahwa antenna microstrip bekerja frekuensi pusat 1.8 GHz didapatkan nilai parameter sebagai berikut: $\text{return loss} = -13.9 \text{ dB}$, $\text{voltage standing wave ratio (VSWR)} \leq 2$, faktor pantulan $\Gamma = 0,2$. Parameter gain pada simulasi sebesar -10 dBi. Sehingga dapat dikatakan bahwa parameter return loss, VSWR, faktor pantulan, tersebut cukup memenuhi dari suatu parameter sebuah antenna, sehingga layak untuk digunakan dalam implementasi sesungguhnya.

Kata-kata kunci: disain, antena microstrip, *semicircular half u-slot*, konstanta dielektrik, simulator.

¹*Waluyo. Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang*

²*Dyan Nastiti Novikasari. Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang*

Abstract

The problem of the antenna conductor material is rather complex to construct and are usually rather large size. So for the purposes of mobile communication system is seen as less efficient. For this purpose we need a simple antenna, a thin, easy to manufacture, easy feedingnya, can be connected other circuits, the microstrip antenna. How to make a microstrip antenna is a way to print on a slab of PCB (Printed Circuit Board), then peradiasinya coated with a solution of silver or other conductor material. Material assumptions used are epoxy PCB (FR4) with double layer material thickness of 1.5 mm and a dielectric constant of 4.5. This article discusses the planning or design of a microstrip antenna semicircular shape Half U - Slot , who works at a frequency of 1800 MHz for GSM Modem applications. Then the results of the microstrip antenna design will be simulated using microstrip device simulator IE3D software.

From the simulation results it can be concluded that the microstrip antenna is 1.8 GHz center working frequency parameters of the value obtained as follows: return loss = -13.9 dB, voltage standing wave ratio (VSWR) ≤ 2 , the reflection factor=0.2, Gain parameters in the simulation of -10 dBi. So it can be said that the parameters return loss, VSWR, the reflection factor, is sufficient to meet the parameters of an antenna, making it feasible for use in the real implementation.

Keywords: *design, microstrip antennas, semicircular half U-slot, dielectric constants, the simulator.*

1. PENDAHULUAN

Antena adalah suatu instrumen penting pada sistem komunikasi radio yang digunakan sebagai sarana untuk memancarkan atau menerima sinyal-sinyal informasi yang dibawa gelombang radio. Dengan kata lain antena adalah sebagai media peralihan antara ruang bebas dengan saluran transmisi yang berfungsi untuk merubah energi gelombang radio menjadi energi listrik atau sebaliknya. Dengan demikian Antena dapat digunakan sebagai antena pemancar atau antena penerima.

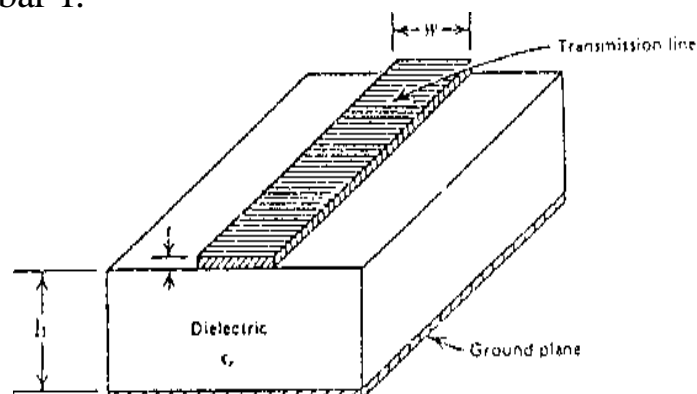
Pada saat ini teknologi microstrip telah berkembang dengan pesat, oleh karena itu penulis akan memperkenalkan sebuah perancangan dan pembuatan antena *microstrip array* berbentuk semicircular half u-slot yang digunakan untuk aplikasi modem GSM. Adapun tujuan penulisan artikel ini adalah merancang dan

mengadakan simulasi hasil rancangan antenna mikrostrip *semisircular half μ -slot* yang bekerja pada frekuensi 1800 MHz yang dapat digunakan pada aplikasi GSM. Adapun *software* yang digunakan adalah perangkat lunak simulator mikrostrip IE3D. Dari hasil simulasi antenna tersebut dapat diketahui apakah sebuah antenna sudah sesuai parameter antenanya yang diinginkan atau belum.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Saluran Microstrip

Microstrip adalah suatu konduktor dari tembaga (*metallic strip*) yang sangat tipis ($t \ll \lambda$) yang terdapat pada satu sisi permukaan substrat dielektrik dan pada sisi lain dari substrat dielektrik tersebut juga terdapat lapisan konduktor. Lapisan konduktor yang terletak di bawah substrat dielektrik ini berfungsi sebagai bidang pertanahan (*ground plane*). (Constantine A, Balanis, 1982 :188). Lapisan konduktor tembaga yang terletak di atas substrat dielektrik adalah berfungsi sebagai konduktor. Lapisan konduktor yang terletak di bawah substrat dielektrik ini berfungsi sebagai bidang pertanahan (*ground plane*). (Constantine A, Balanis, 1982 :188). Lapisan konduktor tembaga yang terletak di atas substrat dielektrik adalah berfungsi sebagai elemen peradiasi (*radiating element*). Struktur dasar saluran microstrip terdiri atas panjang strip konduktor l , lebar strip konduktor w , tinggi substrat dielektrik h , tebal strip konduktor t , dan konstanta permitivitas dielektrik substrat ϵ_r sebagaimana yang diperlihatkan pada Gambar 1.



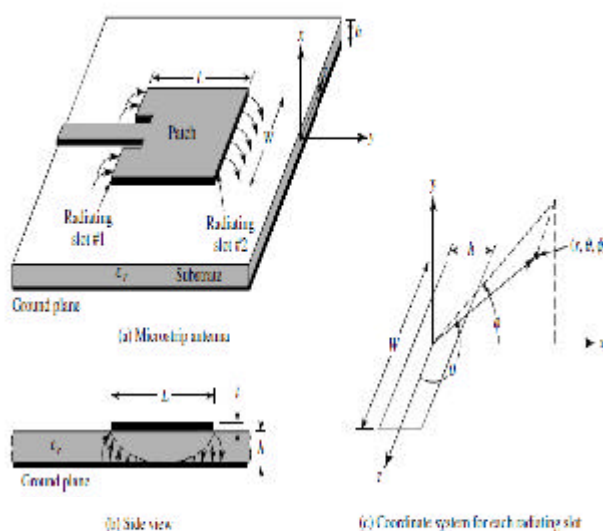
Gambar 1. Struktur Dasar Saluran Microstrip

2.2 Antena

Antena merupakan transduser yang digunakan untuk merubah besaran listrik dari saluran transmisi menjadi suatu gelombang elektromagnetik untuk diradiasikan ke udara bebas atau sebaliknya (Balanis, 2005:1).

Antena Microstrip

Antena mikrostrip merupakan antena yang berbentuk papan (board) tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Secara fisik antena ini terlihat sederhana karena hanya berupa lempengan semacam PCB yang cukup dikenal dalam dunia elektronika. Dalam bentuknya yang paling dasar, sebuah antena mikrostrip terdiri dari sebuah bidang (*patch*) memancar di salah satu sisi lapisan (*substrate*) dielektrik yang memiliki bidang dasar (*ground plane*) di sisi lain, lihat Gambar 2.



Gambar 2. Struktur bidang dan sistem koordinat pada antena mikrostrip^{*)}

^{*)}Balanis, 2005:812

Girish Kumar dalam bukunya yang berjudul *Broadband Microstrips Antenna* mengemukakan bahwa Ketika slot berbentuk U dipotong dalam Patch persegi panjang, itu memberikan BW sekitar 40% untuk $VSWR \leq 2$ Hasil yang sama diperoleh ketika U-slot dipotong di dalam lingkaran atau segitiga MSA (Kumar, 2003:14).

Pada Tahun 2011 J. A. Ansari and A. Mishra dari Department of Electronics & Communication University of Allahabad, Allahabad, India melakukan penelitian dalam bidang elektromagnetik dan membuat antena dual-frekuensi *Half U-Slot Loaded Semicircular Disk Patch* yang diaplikasikan untuk GSM *Mobile Phone* dan Komunikasi Optikal. Dalam jurnal tersebut disebutkan bahwa dengan menambahkan u-slot pada antena *semicircular* maka memberikan pengurangan ukuran yang signifikan dan bandwidth impedansi besar dengan pola radiasi sisi lebar.

Dual frekuensi disetel dengan mengubah dimensi slot. Sebuah parametrik studi telah dilakukan dengan menggunakan konsep teori sirkuit dengan memvariasikan panjang, lebar slot, memberi makan lokasi dan radius probe. Berbagai parameter antena dihitung sebagai fungsi dari frekuensi untuk nilai yang berbeda dari panjang slot, lebar, titik pakan dan jari-jari probe.

Frekuensi resonan untuk tipe antena *semicircular* ialah (Garg, 2001;324):

$$f_{nm} = \frac{X'_{nm} C}{2\pi a \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

Frekuensi maksimum substrat (f_s) pada substrat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Zakaricius dan fook,1990:86):

$$f_s = \frac{C \tan^{-1} \epsilon_r}{\pi(h 10^{-3}) \sqrt{2(\epsilon_r - 1)}} \quad (2)$$

Keterangan :

c = Kecepatan cahaya di udara bebas 3×10^8 (m/dt)

h = Tinggi subtrat (mm)

f_s = Frekuensi maksimum pada substrat (Hz)

ϵ_r = Konstanta permitivitas dielektrik relatif substrat

Panjang gelombang di udara bebas dan panjang gelombang dalam konduktor menggunakan persamaan:

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (3)$$

$$\lambda_g = \frac{c}{f_r} \quad (4)$$

Keterangan :

λ_0 = Panjang gelombang di udara bebas (mm)

λ_d = Panjang gelombang di konduktor (mm)

f_r = Frekuensi resonansi (Hz)

c = Kecepatan cahaya di udara bebas(m/dt)

ϵ_r = Konstanta permitivitas dielektrik relatif substrat

Impedansi masukan antena adalah perbandingan antara panjanggelombang pada konduktor dengan lebar antena mikrostrip:

$$Z_{in} = R_{in} = 60 \times \frac{\lambda_d}{w} \quad (5)$$

Keterangan :

Z_0 = Impedansi masukan antena (Ω)

λ_d = panjang gelombang dalam konduktor (mm)

w = Patch antena (mm)

Lebar impedansi saluran (W_z) menggunakan persamaan:

$$Z_0 = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{W_z} \right) \quad (6)$$

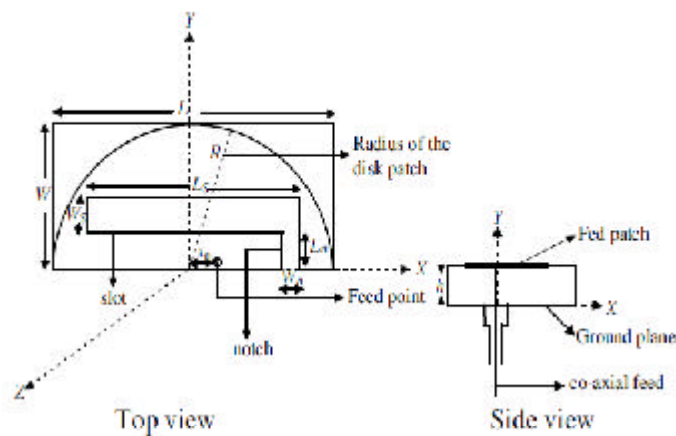
$$W_z = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{Z_L} \right) \quad (7)$$

2.3 U-slot RMSA

Resonansi pada antenna u-slot simetri pada daerah tengah slot. Dimensi dari u-slot seperti halnya frekuensi resonansinya mendekati model *rectangular* (kotak). Ketebalan substrat penyusunnya yang lebih kecil yaitu $h = 2.7$ cm yang cocok hingga 0.08λ pada 0.9 GHz untuk memperoleh BW yang besar (Kumar, 2003:74)

3. METODE

3.1 Disain Antena Microstrip



Gambar 3 Desain Antena *)

*)Ansari and Mirsha:2011

Antena yang diusulkan adalah berbentuk setengah lingkaran *U-slot Patch loaded* yang memberikan pengurangan ukuran yang signifikan dan impedansi *bandwidth* yang besar dengan pola radiasi sisi luas. Dual frekuensi didapat dengan mengubah dimensi slot. Antena ini dibuat untuk menambahkan *bandwidth* pada antenna sebesar 40 % dan dapat bekerja pada dual frekuensi.

Studi parametrik telah dilakukan dengan menggunakan konsep teori rangkaian dengan memvariasikan panjang, lebar slot, feed location dan radius probe. Berbagai parameter antena dihitung sebagai fungsi dari frekuensi untuk berbagai nilai panjang slot, lebar, *feed location* dan *radius probe*. *Feed point* diatur agar memberikan dampak pada frekuensi yang diinginkan selain itu dapat juga dengan mengatur *co-axial feed* pada antena.

3.2 Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip

Antena ini menggunakan bahan substrat yaitu epoxy FR4 , dengan tebal (h) = 0,0016 m = 1,6 mm , $\epsilon_r=4,5$ dan *Loss Tangent* = 0,018

a) Frekuensi maksimum

$$f_s = \frac{C \tan^{-1} \epsilon_r}{\pi (h 10^{-3}) \sqrt{2(\epsilon_r - 1)}}$$

$$f_s = \frac{3 \times 10^8 \times 1,365}{5,024 \times 10^{-3} \times 2,645}$$
$$f_s = 4223,78 \text{ MHz} = 42,23 \text{ GHz}$$

b) Panjang gelombang

$$\lambda_a = \frac{c}{f_r}$$
$$= 156,41 \text{ mm}$$
$$\lambda_{ca} = \frac{\lambda_a}{\sqrt{\epsilon_r}}$$
$$= \frac{156,41}{4,5}$$
$$= 73,778 \text{ mm}$$

c) Perhitungan jari-jari

$$f_r = \frac{1,841 \times 3 \times 10^8}{6,28 \times \frac{1,41a}{2} \times 4,5}$$
$$1,918 = \frac{8,791 \times 3 \times 10^9}{6,28 \times \frac{1,41a}{2} \times 2,12}$$

$$a = 3,096 = 30,96 \text{ mm}$$

d) Impedansi masukan antenna

$$Z_{in} = R_{in} = 60 \times \frac{\lambda_1}{w}$$
$$= 71,46$$

e) Lebar saluran pencatu impedansi karakteristik (W_{z_0})

$$W_{Z0} = \frac{377}{\epsilon r} \times \frac{h}{Z_0}$$

$$\begin{aligned} W_{Z0} &= \frac{377}{4,5} \times \frac{1,6}{71,46} \\ &= 3,91226 \Omega \end{aligned}$$

$$Z_{in} = 71,46 \approx 72 \Omega \text{ dan } Z_0 = 50 \Omega$$

$$Z_T = \sqrt{Z_0 \times Z_{in}} = \sqrt{50 \times 72}$$

$$= 60 \Omega$$

$$W_{Z0} = \frac{377}{\epsilon r} \times \frac{h}{Z_0}$$

$$W_{Z0} = \frac{377}{4,5} \times \frac{1,6}{60}$$

$$= 3,063 \Omega$$

$$Z_0 = 50 \Omega$$

$$W_{Z0} = \frac{377}{\epsilon r} \times \frac{h}{Z_0}$$

$$= 177,83 \times 0,032$$

$$= 3,77056 \Omega$$

- f) Menghitung Bandwith pada GSM
 $BW = f_H - f_L = (1880 - 1805) \text{ MHz} = 75 \text{ MHz}$

- g) Menghitung Nilai Return Loss

$$\text{Koefisien Pantul } (\Gamma) = \frac{Z_A - Z_0}{Z_A + Z_0}$$

$$\Gamma = \frac{72 - 50}{72 + 50}$$

$$\Gamma = 0,18 \approx 0,2$$

Sehingga,

$$RL = 20 \log \Gamma$$

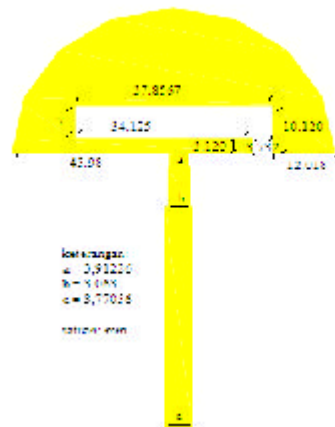
$$= 20 \log 0,2$$

$$= -13,96 \text{ (dBm)}$$

h) Menghitung nilai VSWR

$$\begin{aligned} \text{VSWR} &= \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \\ &= \frac{1 + 0,2}{1 - 0,2} \\ &= 1,5 \end{aligned}$$

Dari perhitungan antenna mikrostrip *semicircular half U-Slot* yang telah dilakukan maka diperoleh data sebagai berikut:



Gambar 4. Dimensi Antena Microstrip *Semicircular Half U-Slot*

Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh dimensi antenna mikrostrip *semicircular half u-slot* yang sesuai dengan gambar (4) yang dapat dilihat pada Tabel 1:

Table 1 Perhitungan Perencanaan Antena

Jari-jari (mm)	W=D (mm)	Z _{in} (Ω)	W _{ZL} (mm)	BW (MHz)	RL (dBm)	VSWR
30.96	61.92	71.46	3.912	75	-13.96	1.5

Keterangan :

r = Jari-jari *semicircular* (mm)

$W=D$ = Diameter *semicircular* (mm)

Z_{in} = Impedansi masukan (Ω)

W_{ZL} = Lebar saluran pencatu impedansi karakteristik (mm)

BW = *Bandwidth*(MHz)

RL = *Return Loss*(dBm)

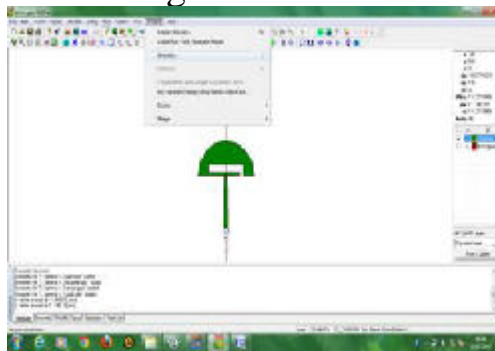
VSWR = *Voltage Standing Wave Ratio*

Setelah didapat nilai dari dimensi antenna microstrip *semicircular half u-slot* sesuai dengan frekuensi yang diinginkan, maka yang harus dilakukan selanjutnya adalah dengan mensimulasikannya dengan software terkait. Disini software yang akan digunakan adalah software IE3D antenna design yang nantinya akan didapat grafik untuk VSWR, *Return Loss*, dan *Gain* (penguatan).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Simulasi

Asumsi yang digunakan sama dengan perancangan antenna yang sudah disebutkan subbab sebelumnya, frekuensi kerja 1800 Mhz, hasil desain antenna microstrip *semicircular half u-slot* dengan software IE3D sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil Bentuk Lay Out Antena Microstrip

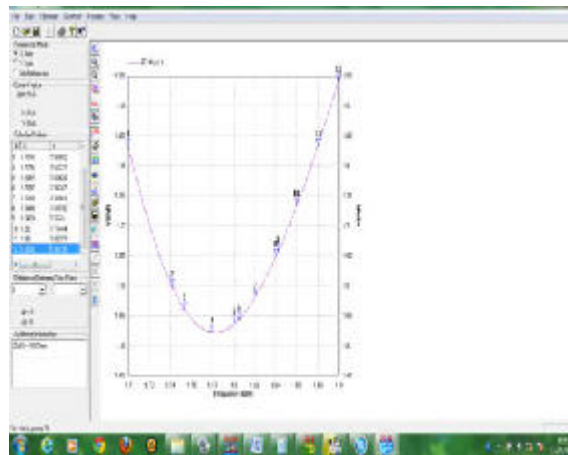
4.2 Hasil Simulasi

Dari simulasi yang telah dilakukan maka didapatkan hasil sebagai berikut :

a) VSWR

Pada $f=1800$ Mhz, terlihat $VSWR = 1,55$

Sedang pada $f=1780$ Mhz $VSWR = 1,53$

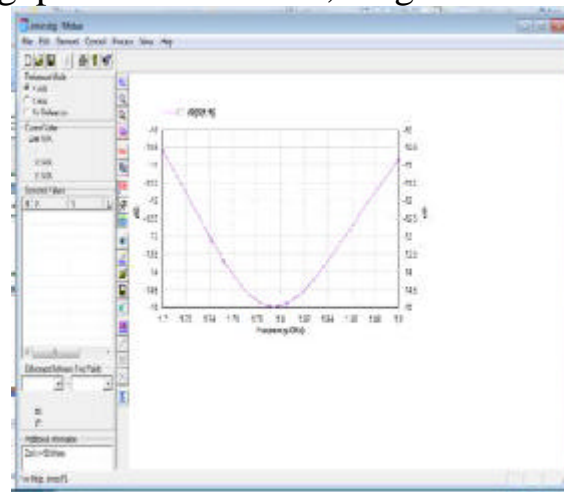


Gambar 6. Grafik VSWR

b) *Return Loss* (RL)

Pada $f=1800$ Mhz , terlihat $RL = -15$ dBm

Sedang pada $f=1780$ Mhz , harga $RL = -14,5$ dBm



Gambar 7. Grafik *Return Loss*

c) *Gain*

Dari grafik gain antenna, didapatkan sekitar = -10 dBi

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil perencanaan antenna microstrip dan simulasi dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Frekuensi kerja antenna sekitar: 1800 Mhz
- 2) Nilai Koefisien pantul, Γ : 0,2
- 3) Nilai VSWR ada sedikit perbedaan antara perencanaan dengan simulasi yaitu sekitar: 1,55 yang jatuh pada frekuensi 1800 Mhz

- 4) Nilai Return loss juga ada perbedaan pada perencanaan = -13,9 dbm, sedang pada simulasi = -15 dbm
- 5) Nilai gain antenna sebesar -10 dBi

Saran untuk pengembangan selanjutnya adalah:

- 1) Diperlukan suatu ketelitian dalam merancang antenna microstrip, agar hasil yang diharapkan sesuai. Dalam merancang juga dipengaruhi oleh asumsi substrate yang digunakan.
- 2) untuk meningkatkan gain antenna, bahan medium substrate dapat digunakan material yang mempunyai nilai konstanta dielektrik relative yang sangat kecil.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, Constantine A, 2005. "*Antena Theory Analysis and Design*", 3th ed., John Wiley & Sons Inc., Kanada.
- Ben Horwath,"*Microstrip Patch Antenna Design Principles*", Santa Clara University
- Fahrazal, Muhammad, 2008. "*Rancang Bangun Antena Mikrostrip Triple-Band Linier Array 4 Elemen untuk Aplikasi Wimax*", Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- Garg, Ramesh. Bhartia, Prakash., 2001. "*Microstrip Antenna Design*", Artech House, Inc., British.