

ANALISIS ANTENA MIKROSTRIP *PATCH* SEGIEMPAT DENGAN TEKNIK *PLANAR ARRAY*

Maria Natalia Silalahi, Ali Hanafiah Rambe

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: de_nataliezh@yahoo.co.id

Abstrak

Teknologi *wireless* adalah salah satu teknologi komunikasi yang banyak diminati sekarang ini. Ada banyak faktor yang mempengaruhi kinerja jaringan *wireless*, salah satunya adalah antena. Antena adalah alat yang sering digunakan untuk meningkatkan jangkauan dari sistem *wireless* LAN. Antena mikrostrip array adalah pengembangan dari antena mikrostrip yang merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Ada beberapa macam konfigurasi antena *array*, di antaranya *linear*, *planar*, dan *circular*. Paper ini membahas tentang analisis antena mikrostrip *patch* segiempat yang disusun secara *planar* dan bekerja pada frekuensi 2,45 GHz. Jenis *planar* yang digunakan adalah pola 1x1, 1x2, 2x2, dan 2x4. Hasil yang diperoleh adalah nilai *gain* yang semakin meningkat yaitu 5,9 dB; 9,59 dB; 10,23 dB; hingga 13 dB nilai VSWR yang semakin optimal yaitu 1,606; 1,543; 1,259; hingga 1,487, dan sudut *main lobe* pada pola radiasi yang semakin kecil untuk masing-masing pola yang dibentuk.

Kata kunci: Antena Mikrostrip, *Planar Array*, *Gain*, *VSWR*, Pola Radiasi

1. Pendahuluan

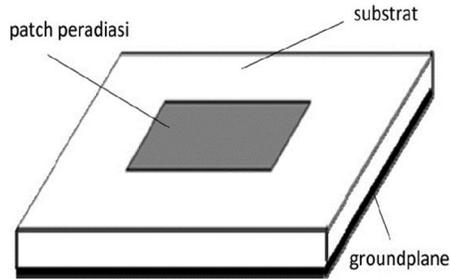
Ada banyak cara untuk mengoptimalkan suatu jaringan *Wireless* LAN yang bekerja pada *bandwidth* 2,45 GHz salah satunya dengan menggunakan antena mikrostrip. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena gelombang mikro yang digunakan sebagai radiator pada sejumlah sistem telekomunikasi modern saat ini. *Gain* dari antena mikrostrip dapat diperbesar dengan menambahkan *patch* secara *array*, sehingga membentuk antena mikrostrip *array*. Antena mikrostrip *array* adalah pengembangan dari antena mikrostrip yang merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Ada beberapa macam konfigurasi antena *array*, di antaranya *linear*, *planar*, dan *circular*. *Planar array* memiliki kelebihan dalam pengaturan dan pengendalian arah pola radiasi. Dalam paper ini dianalisis antena mikrostrip *patch* segiempat yang disusun secara *planar*. Jenis *planar* yang digunakan adalah 1x1, 1x2, 2x2, dan 2x4. Adapun hasil yang diharapkan adalah diperolehnya karakteristik dari antena mikrostrip yang disusun secara *planar* berupa konfigurasi saluran pencatu, *gain*, dan pola radiasi. Analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Sonnet 11.54.

2. Antena Mikrostrip

Antena adalah suatu alat yang mengubah gelombang terbimbing dari saluran transmisi menjadi gelombang bebas di udara[1]. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain, karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini, sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil.

Antena mikrostrip mempunyai struktur yang terdiri dari 3 lapisan[2] seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1, yaitu :

- Patch* bagian yang terletak paling atas dari antena dan terbuat dari bahan konduktor ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara.
- Substrat* berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnet dari sistem pencatuan.
- Groundplane* yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.



Gambar 1. Antena Mikrostrip

Beberapa parameter utama dari sebuah antena mikrostrip akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Bandwidth

Bandwidth suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi. *Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan rumus [1][3]:

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \quad (1)$$

2. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{\max}$) dengan minimum ($|V|_{\min}$)[4]:

$$S = \frac{|V|_{\max}}{|V|_{\min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2)$$

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1[4]. Namun pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik adalah $VSWR \leq 2$ [5].

3. Return Loss

Return Loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan[1]:

$$\Gamma = \frac{V_{o^-}}{V_{o^+}} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (3)$$

$$return\ loss = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (4)$$

4. Pola Radiasi

Pola radiasi dapat didefinisikan sebagai fungsi matematis atau representasi grafis dari komponen-komponen radiasi dalam bentuk fungsi koordinat[4].

5. Direktivitas Antena

Direktivitas antena merupakan parameter antena yang menggambarkan kemampuan antena untuk memfokuskan energi ke arah tertentu dibandingkan ke arah lainnya[4].

6. Gain

Gain menunjukkan seberapa efisien sebuah antena dapat mentransformasi daya yang ada pada terminal masukan menjadi daya yang teradiasi pada arah tertentu[4].

Penguatan gain dirumuskan:

$$G = \eta \cdot D \quad (5)$$

Dimana besar efisiensi antena mikrostrip (η) yang digunakan adalah 60%[4].

Dalam perancangan antena mikrostrip terlebih dahulu harus menghitung dimensi antena yang akan dibuat yang meliputi panjang (L) dan lebar *patch*-nya (W). Persamaan yang dapat digunakan untuk mencari lebar dan panjang antena mikrostrip adalah sebagai berikut[1]:

1. Lebar *patch*

$$W = \frac{c}{2fr \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (6)$$

2. Panjang *patch*

$$L = L_{\text{eff}} - 2 \Delta L \quad (7)$$

Di mana:

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2fr \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} \quad (8)$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}}{2} \quad (9)$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) + (\frac{W}{h} + 0,264)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0,258) + (\frac{W}{h} + 0,8)} \quad (10)$$

3. Teknik *Array*

Pada banyak aplikasi diperlukan antena dengan keterarahan yang baik dan perolehan gain yang tinggi. Kebutuhan karakteristik ini dapat dipenuhi dengan menyusun antena dengan beberapa konfigurasi. Antena susunan ini sering disebut sebagai antena *array*. Antena *array* adalah susunan dari beberapa antena yang identik. Dalam antena mikrostrip yang disusun secara *array* adalah bagian *patch*[4].

Ada beberapa macam konfigurasi antena *array*, di antaranya: *linear*, *planar*, dan *circular*. Masing-masing konfigurasi memiliki keuntungan. *Planar array* memiliki kelebihan dalam pengaturan dan pengendalian arah pola radiasi[5].

4. Analisis Antena Mikrostrip Dengan Teknik *Planar*

Pada rancangan antena ini, diinginkan mampu bekerja pada frekuensi 2,45 GHz. Frekuensi ini digunakan sebagai nilai parameter dalam menentukan dimensi *patch*, lebar saluran pencatu, dan parameter lain, sehingga diharapkan antena memiliki parameter VSWR ≤ 2 .

Parameter yang diasumsikan pada perancangan antenna ini dapat dilihat pada Tabel 1.

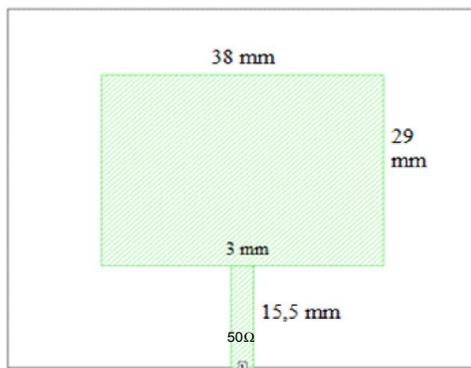
Tabel 1. Spesifikasi parameter yang diasumsikan:

No.	Parameter	Nilai
1.	Frekuensi Kerja	2,45 GHz
2.	Jenis Substrat	FR4
3.	Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	4,3
4.	Dielectric Loss Tangen ($\tan \delta$)	0,0017
5.	Ketebalan Substrat (h)	1,6 mm

4.1 Antena Mikrostrip Patch Segiempat Elemen Tunggal

Perancangan awal dari dimensi antenna digunakan perhitungan pada antenna mikrostrip dengan *patch* berbentuk persegi panjang. Lebar dan panjang *patch* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (6) hingga (7). Dari perhitungan diperoleh lebar dan panjang *patch* masing-masing adalah 38 mm dan 29 mm.

Saluran pencatu yang digunakan pada perancangan mempunyai impedansi masukan sebesar 50 Ω. Panjang saluran pencatu dapat diubah untuk memperoleh nilai yang optimal, yaitu nilai VSWR ≤ 2, sehingga didapat rancangan antenna mikrostrip elemen tunggal dengan lebar saluran 3 mm dan panjang saluran 15,5 mm, ditunjukkan pada Gambar 2.

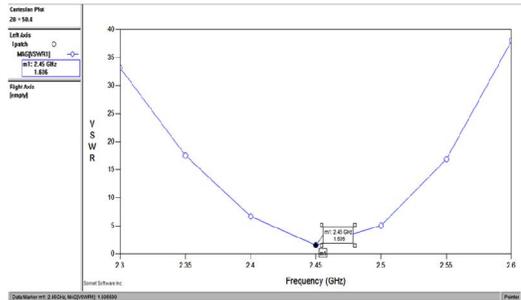


Gambar 2. Rancangan antenna mikrostrip elemen tunggal

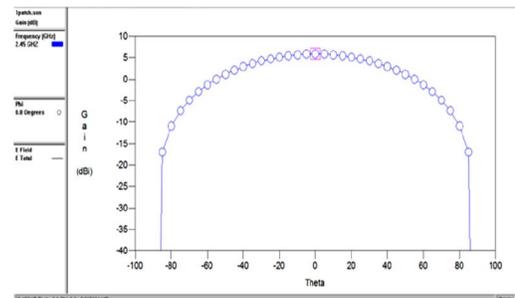
Antena mikrostrip dianalisa setelah memasukkan frekuensi kerja yang ditentukan yaitu 2,45 GHz.

Dari hasil simulasi didapat nilai VSWR sebesar 1,606 yang ditunjukkan pada Gambar 3.a,

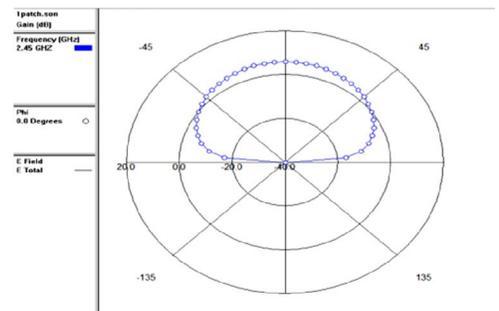
nilai *gain* sebesar 5,90 dB yang ditunjukkan pada Gambar 3.b, dan bentuk pola radiasi yang ditunjukkan pada Gambar 3.c, pada frekuensi 2,45 GHz.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. (a) VSWR, (b) *gain*, dan (c) bentuk pola radiasi dari antenna mikrostrip elemen tunggal

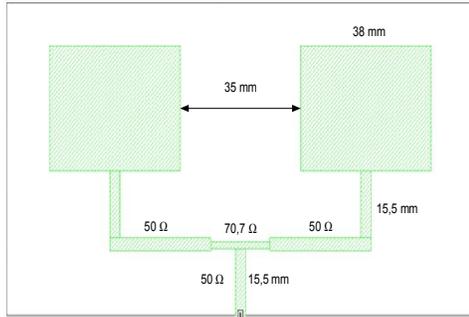
4.2 Antena Mikrostrip Patch Segiempat 1x2 Array (Dua Elemen)

Pada perancangan *array*, hal yang diperhatikan adalah jarak antar elemen *patch* antenna. Jarak antar elemen pada antenna mikrostrip *array* adalah[5]:

$$d = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4f} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2,45 \times 10^9} = 30,61 \text{ mm}$$

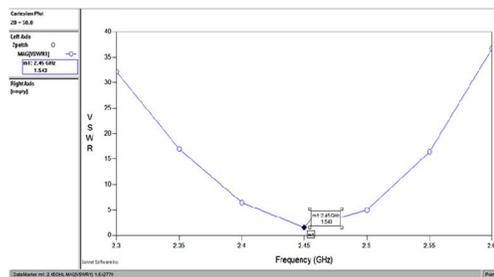
Pada perancangan antenna mikrostrip dua elemen *array*, jarak antar elemen dapat diatur untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal, yaitu nilai VSWR ≤ 2.

Perancangan antenna mikrostrip dua elemen *array* ditunjukkan pada Gambar 4, dengan jarak antar elemen sebesar 35 mm.

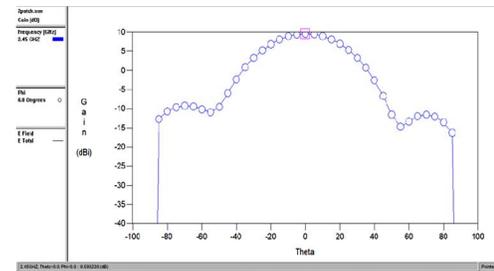


Gambar 4. Rancangan antenna mikrostrip dua elemen *array*

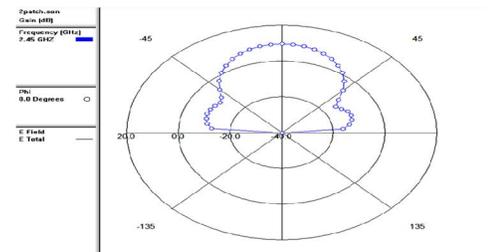
Dari hasil simulasi didapat nilai VSWR sebesar 1,543 yang ditunjukkan pada Gambar 5.a, nilai *gain* sebesar 9,59 dB yang ditunjukkan pada Gambar 5.b, dan bentuk pola radiasi yang ditunjukkan pada Gambar 5.c, pada frekuensi 2,45 GHz.



(a)



(b)



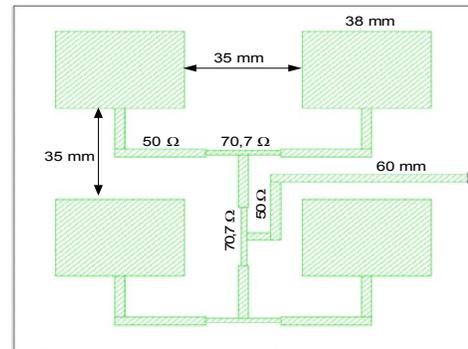
(c)

Gambar 5. (a) VSWR, (b) *gain*, dan (c) bentuk pola radiasi dari antenna mikrostrip dua elemen *array*

4.3 Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat 2x2 *Planar Array* (Empat Elemen)

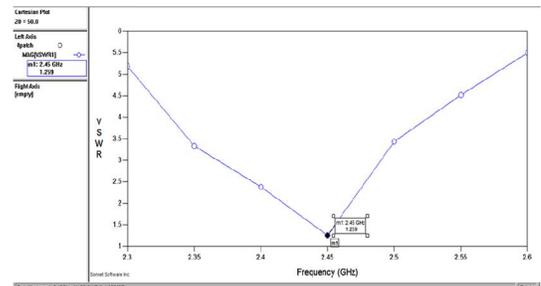
Perancangan antenna mikrostrip empat elemen *planar array* dilanjutkan dari hasil pada perancangan antenna mikrostrip dua elemen *array*. Panjang saluran pencatu dapat diatur pada perancangan empat elemen *planar array* untuk mendapatkan nilai yang optimal, yaitu nilai $VSWR \leq 2$.

Perancangan antenna mikrostrip empat elemen *planar array* ditunjukkan pada Gambar 6.

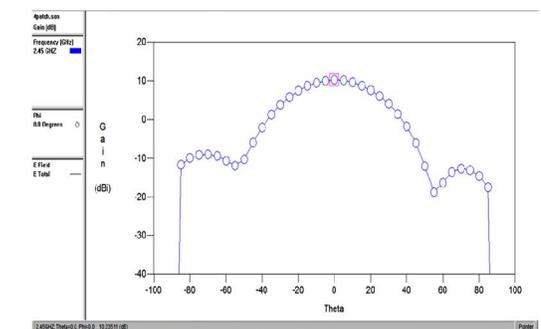


Gambar 6. Rancangan antenna mikrostrip empat elemen *planar array*

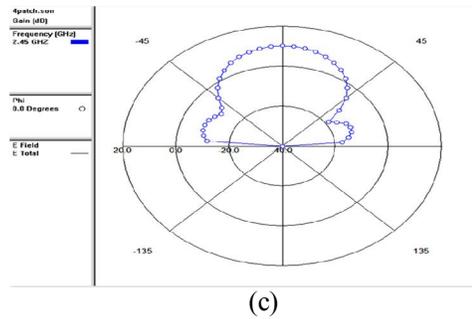
Dari hasil simulasi didapat nilai VSWR sebesar 1,259 yang ditunjukkan pada Gambar 7.a, nilai *gain* sebesar 10,23 dB yang ditunjukkan pada Gambar 7.b, dan bentuk pola radiasi yang ditunjukkan pada Gambar 7.c, pada frekuensi 2,45 GHz.



(a)



(b)

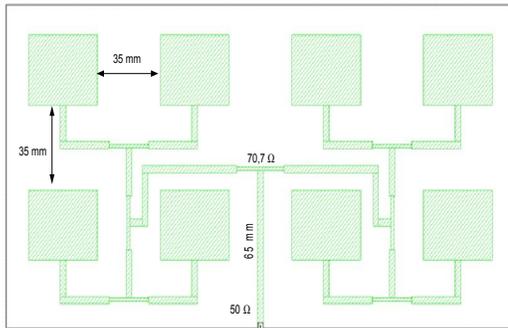


Gambar 7. (a) VSWR, (b) gain, dan (c) bentuk pola radiasi dari antenna mikrostrip empat elemen planar array

4.4 Antena Mikrostrip Patch Segiempat 2x4 Planar Array (Delapan Elemen)

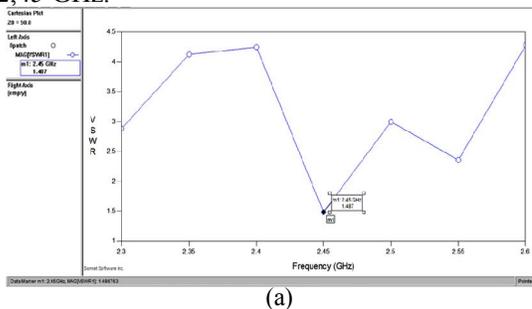
Perancangan antenna mikrostrip delapan elemen planar array dilanjutkan dari hasil pada perancangan antenna mikrostrip empat elemen array. Panjang saluran pencatu dapat diatur pada perancangan delapan elemen planar array untuk mendapatkan nilai yang optimal, yaitu nilai $VSWR \leq 2$.

Perancangan antenna mikrostrip delapan elemen planar array ditunjukkan pada Gambar 8.

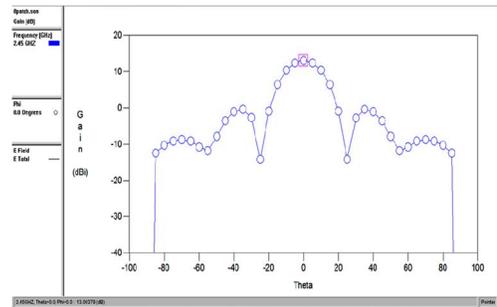


Gambar 8. Rancangan antenna mikrostrip delapan elemen planar array

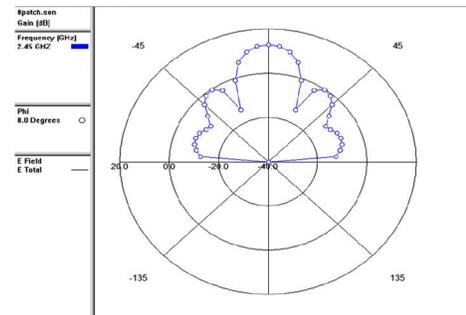
Dari hasil simulasi didapat nilai VSWR sebesar 1,487 yang ditunjukkan pada Gambar 9.a, nilai gain sebesar 13,00 dB yang ditunjukkan pada Gambar 9.b, dan bentuk pola radiasi yang ditunjukkan pada Gambar 9.c, pada frekuensi 2,45 GHz.



(a)



(b)



(c)

Gambar 9. (a) VSWR, (b) gain, dan (c) bentuk pola radiasi dari antenna mikrostrip delapan elemen planar array

Tabel 2 memperlihatkan nilai VSWR dan gain yang dicapai dari masing-masing pola elemen antenna mikrostrip yang dibentuk.

Tabel 2. Hasil Parameter Simulasi Yang Dicapai

Jumlah elemen	Parameter pada frekuensi 2,45 GHz	
	VSWR	Gain
1 elemen	1,606	5,9 dB
2 elemen	1,543	9,59 dB
4 elemen	1,259	10,23 dB
8 elemen	1,487	13 dB

5. Kesimpulan

- Adapun kesimpulan yang diperoleh adalah:
1. Antena mikrostrip dengan susunan planar (planar array) dapat dibentuk dengan susunan elemen yang berpola 1x1, 1x2, 2x2, dan 2x4, yaitu memiliki antenna yang sama atau indentik untuk disusun.
 2. Gain pada antenna mikrostrip meningkat berdasarkan luas fisik dari patch antenna, yaitu semakin banyak elemen juga akan

- menyebabkan semakin besar luas fisik dari semua *patch*.
3. Semakin banyak elemen yang terdapat dalam suatu antena, maka semakin besar nilai *gain* yang diperoleh dimana untuk elemen tunggal, dua elemen, empat elemen, dan delapan elemen memiliki nilai *gain* masing-masing sebesar 5,9 dB; 9,59 dB; 10,23 dB; 13 dB, nilai VSWR sebesar 1,606; 1,543; 1,259; 1,487, dan sudut *main lobe* pada pola radiasi yang semakin kecil.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis yang sudah membiayai penulis, Ali Hanafiah Rambe, ST.MT selaku dosen pembimbing, Ir. Arman Sani, MT dan Ir. M. Zulfin, MT selaku dosen penguji yang sudah membantu dalam menyelesaikan paper ini, serta teman-teman yang sudah memberikan dukungan selama pembuatan paper ini.

6. Referensi

- [1] Balanis, Constantine A, 2005, *Antena Theory Analysis and Design*, third edition, Willey inc.
- [2] James JR dan Hall PS, 1989, *Handbook of Microstrip Antennas*, first edition, Peter Peregrinus Ltd.
- [3] Yong, Daniel, 2008, *UHF Microstrip Antenna Design and Simulation*, first edition, Sim University Press.
- [4] Surjati, Indra. *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*, Jakarta, Universitas Trisakti, 2010.
- [5] Rambe, Ali Hanafiah, 2008, *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Planar Array 4 Elemen Dengan Pencatuan Aperture-Coupled Untuk Aplikasi CPE Pada WIMAX*. Jakarta: Universitas Indonesia.