

RANCANG BANGUN *PATCH RECTANGULAR ANTENNA* 2.4 GHz DENGAN METODE PENCATUAN EMC (*ELECTROMAGNETICALLY COUPLED*)

Winy Friska Uli, Ali Hanafiah Rambe

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: winy_ops88@yahoo.com, ali_hanf@yahoo.com

Abstrak

Antena mikrostrip saat ini merupakan salah satu antenna yang sangat pesat perkembangannya dalam sistem telekomunikasi. Antena mikrostrip telah banyak digunakan karena memiliki banyak keuntungan seperti bentuknya yang ringkas, praktis dan mudah untuk mengatur polarisasinya, sehingga banyak diaplikasikan pada peralatan – peralatan telekomunikasi modern saat ini. Penelitian ini membahas bagaimana proses merancang dan simulasi antena mikrostrip pada rentang frekuensi 2.400 MHz – 2.500 MHz untuk mendukung teknologi WiFi (*Wireless Fidelity*) dengan menggunakan *software* simulator Ansoft HFSS v.9. Metode pencatuan yang digunakan adalah EMC (*Electromagnetically Coupled*) yang menggunakan dielektrik udara pada struktur pencatuan L-strip, dengan bentuk *patch* segiempat. Pada simulasi, dilakukan pengulangan ukuran dimensi antena untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi rancangan antena, yaitu dengan mengubah ukuran *patch*, *groundplane*, dan *feeder*. Adapun hasil yang diperoleh dari rancang bangun antena mikrostrip *patch rectangular* berupa $VSWR \leq 1,37$ serta *gain* dengan nilai 9,06 dBi.

Kata Kunci: *Patch Rectangular, Simulator, VSWR, Gain*

1. Pendahuluan

Antena merupakan perangkat telekomunikasi yang berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik dalam komunikasi radio. Syarat-syarat antena yang baik adalah impedansi input yang sesuai (*matched*) dengan impedansi karakteristik kabel pencatunya, dapat memancarkan dan menerima energi gelombang radio dengan arah dan polarisasi yang sesuai dengan aplikasi yang dibutuhkan.

Antena adalah perangkat penyesuaian (*matching device*) antara sistem pemancar dengan udara, bila antena tersebut berfungsi sebagai media radiasi gelombang radio. Sebaliknya, sebagai perangkat penyesuaian dari udara ke sistem penerima, bila antena tersebut berfungsi sebagai media penerima gelombang radio. Atau bahkan kedua - keduanya, berfungsi sebagai media radiasi dan sekaligus penerima gelombang radio.

Oleh karena itu, sebuah antena mikrostrip "*rectangular patch*" dengan frekuensi 2,4 GHz merupakan antena mikrostrip yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan antena yang lain

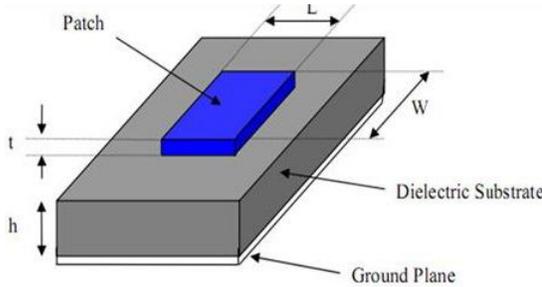
yaitu selain memiliki massa yang ringan, antena mikrostrip juga lebih menghemat biaya dalam perancangannya. Dalam proses rancang bangun antena "*rectangular patch*" ini digunakan teknik atau metode pencatuan EMC (*Electromagnetic Coupled*). Metode EMC diharapkan untuk menghasilkan *wideband*.

2. Antena Mikrostrip *Patch Rectangular*

Bentuk dari *patch* antena mikrostrip sangat beragam. *Patch* ini dapat berbentuk persegi, persegi panjang, *dipole*, lingkaran, segitiga, elips dan lain sebagainya [1]. Akan tetapi *patch* yang berbentuk segiempat dan lingkaran merupakan bentuk *patch* yang paling populer karena kemudahannya dalam analisis, proses fabrikasi yang sederhana dan karakteristik radiasi yang atraktif.

Patch segiempat sejauh ini merupakan konfigurasi mikrostrip yang paling banyak digunakan. *Patch* segiempat lebih mudah dibuat karena bentuknya yang lebih sederhana [2]. Hanya dengan menyisakan metal yang berbentuk segi empat pada proses *etching* antena

ini dapat dibuat. Bentuk dari antenna mikrostrip *patch rectangular* dapat dilihat pada Gambar 1 [1][2].



Gambar 1. Struktur antenna mikrostrip

Untuk merancang sebuah antenna mikrostrip *patch* segi empat, terlebih dahulu harus diketahui parameter bahan yang digunakan yaitu ketebalan dielektrik (h), konstanta dielektrik (ϵ_r), dan dielektrik *loss tangent* ($\tan \delta$). Dari nilai tersebut diperoleh dimensi antenna mikrostrip (W dan L). Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antenna mikrostrip dapat menggunakan Persamaan 1 [3][4]:

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

Dimana :

- W : lebar konduktor
- ϵ_r : konstanta dielektrik
- c : kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8)
- f_o : frekuensi kerja antenna

Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* (L) diperlukan parameter ΔL yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari L (ΔL) tersebut dapat dicari menggunakan Persamaan 2 [3][4].

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_e + 0.3) \left[\frac{W}{h} + 0.264 \right]}{(\epsilon_e - 0.258) \left[\frac{W}{h} + 0.813 \right]} \quad (2)$$

Dimana h merupakan tinggi *substrate* atau tebal *substrate*, dan ϵ_e adalah konstanta permitivitas efektif yang dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3 :

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Panjang *patch* (L) dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 4 :

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (4)$$

Dengan L_{eff} merupakan panjang *patch* efektif yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 5:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_o \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (5)$$

Untuk memperoleh dimensi minimum *groundplane*, dapat menggunakan pendekatan pada Persamaan 6 [6] :

$$A_g = 6t + a \quad (6)$$

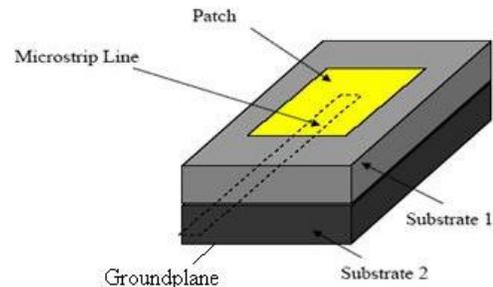
Dimana :

- A_g = nilai dimensi minimum *groundplane*
- t = ketebalan tembaga
- a = lebar *patch*

3. Teknik Pencatuan

Secara umum, metoda pencatuan pada antenna mikrostrip dapat diklasifikasikan menjadi pencatuan mikrostrip, pencatuan *probe*, dan pencatuan EMC. Pencatuan *probe*, yang merupakan metode pencatuan yang sering digunakan untuk mikrostrip antenna tidak mampu menghasilkan *wideband* karena adanya reaktansi parasitik yang dihasilkan oleh struktur pencatuan. Pencatuan koaksial antenna mikrostrip mempunyai *bandwidth* impedansi yang sempit [6].

Pencatuan EMC berbeda dengan metode pencatuan yang lain. Tidak terjadi radiasi *spurious* dan memberikan karakteristik *wideband*, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 [5].



Gambar 2. Metode pencatuan EMC

4. Perancangan Antena Patch Rectangular

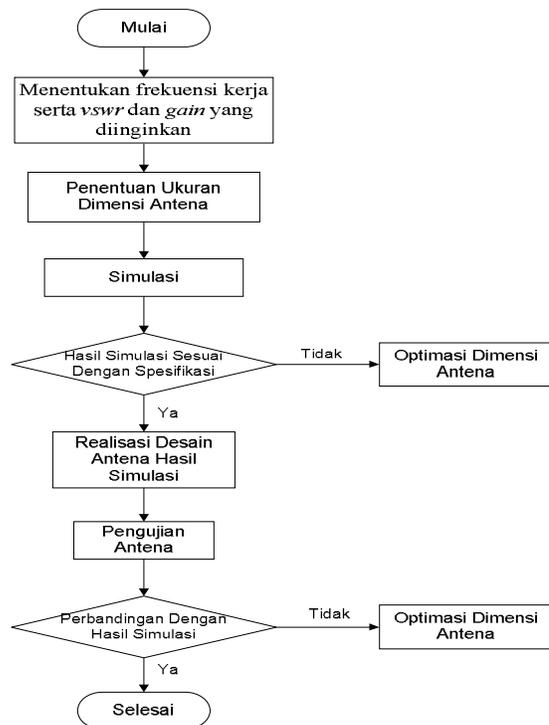
Adapun tahapan awal dari perancangan antenna dimulai dengan pemilihan jenis *substrate*

yang digunakan untuk jenis antena yang akan dibuat, selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi *patch* antena serta lebar saluran pencatu. Hasil perhitungan tersebut disimulasikan dengan menggunakan simulator ansoft HFSS v9. Tabel 1 merupakan spesifikasi *substrate* yang digunakan.

Tabel 1. Spesifikasi Bahan Antena

Bahan yang digunakan	Bahan konduktor (Cu), udara dan <i>Teflon</i>
Permittivitas relative udara (ϵ_r)	1
Ketebalan dielektrik (tinggi <i>Teflon</i>)	14 mm
Ketebalan tembaga (Cu)	1 mm
<i>Feeder stripline</i>	Tembaga dengan lebar 5 mm dan tebal 1 mm
Penyangga	<i>Teflon</i> dengan diameter 10 mm dan tinggi 14 mm

Adapun *flowchart* yang digunakan dalam perancangan untuk mendapatkan hasil simulasi dan hasil pengukuran sesuai dengan spesifikasi antena dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Realisasi Antena

Antena yang akan dirancang pada penelitian ini adalah antena mikrostrip *patch* segi empat dengan frekuensi kerja 2,4 - 2,5 GHz. Untuk perancangan dimensi antena digunakan perhitungan menggunakan Persamaan (1) sampai (5), sehingga diperoleh hasil-hasil sebagai berikut :

a. Menentukan Lebar *patch*

Adapun hasil perhitungan lebar *patch* diperoleh menggunakan Persamaan (1). Sehingga didapatkan lebar *patch* adalah :

$$W = \frac{c}{2f_o \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} = \frac{3.10^8}{2(2,45 \times 10^9) \sqrt{\frac{(1+1)}{2}}}$$

$$= 61,5 \text{ mm}$$

b. Menentukan panjang *patch*

Adapun hasil perhitungan panjang *patch* diperoleh menggunakan Persamaan (2) sampai (5). Sehingga didapatkan panjang *patch* adalah:

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

$$= \frac{1+1}{2} + \frac{1-1}{2} \left(1 + 12 \frac{14}{61,5} \right)^{-\frac{1}{2}} = 1$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \frac{(\epsilon_e + 0,3) \left[\frac{W}{h} + 0,264 \right]}{(\epsilon_e - 0,258) \left[\frac{W}{h} + 0,813 \right]}$$

$$\Delta L = 0,412 \times 14 \times \frac{(1 + 0,3) \left[\frac{61,5}{14} + 0,264 \right]}{(1 - 0,258) \left[\frac{61,5}{14} + 0,813 \right]}$$

$$= 9,06 \text{ mm}$$

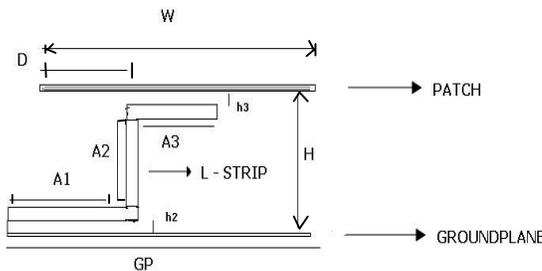
$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_e}} - 2\Delta L$$

$$= \frac{3.10^8}{2(2,45 \times 10^9) \sqrt{1}} - 2(9,06)$$

$$= 43,38 \text{ mm} \approx 43,5$$

c. Menentukan Panjang Saluran Pencatu

Saluran pencatu yang digunakan pada perancangan antenna mikrostrip ini adalah menggunakan bahan tembaga (Cu) dengan tebal 1 mm. Saluran pencatu yang akan dirancang dibuat dalam bentuk *L-strip*. Untuk panjang saluran pencatu (*L-Strip*) ditentukan dengan melihat Gambar 4.



Gambar 4. Konstruksi Antena *Patch Rectangular*

Dari Gambar 4, dapat ditentukan nilai-nilai dari tiap bagian pencatu *L-Strip* pada antenna *patch rectangular* seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Saluran Pencatu *L-Strip*

Dimensi Pencatu <i>L-Strip</i>	Nilai
Tebal Subtrat (h)	14 mm
Panjang <i>L-Strip</i> (A1 x A2 x A3)	46 x 9 x 11 mm
Jarak Pangkal <i>L-strip</i> ke pangkal <i>patch</i> (D)	6 mm
Tinggi antara <i>L-strip</i> ke <i>Groundplane</i> (h2)	1 mm
Tinggi antara <i>L-strip</i> ke <i>Patch</i> (h3)	2 mm

d. Menentukan Dimensi *Groundplane*

Adapun hasil perhitungan dimensi *groundplane* didapat menggunakan Persamaan (6). Sehingga didapatlah panjang *patch* adalah :

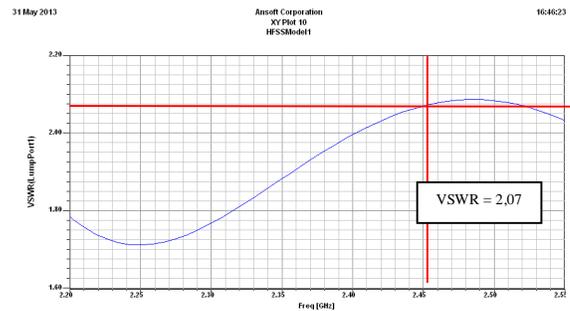
$$\begin{aligned}
 A_g &= 6t + a = 6(1) + 61,5 \\
 &= 67,5 \text{ mm} \approx 70 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

5. Simulasi Antena *Patch Rectangular*

Setelah semua langkah perancangan dilakukan, selanjutnya nilai – nilai tersebut dapat dimasukkan pada simulasi perancangan dengan

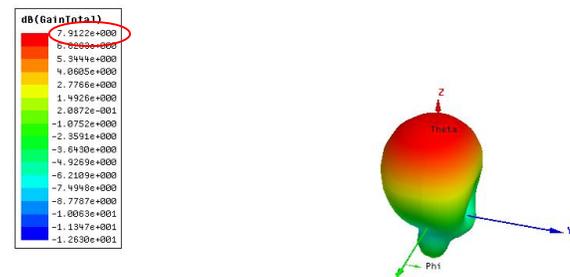
menggunakan simulator ansoft HFSS v.9. Dari hasil simulasi maka diperoleh parameter yang diinginkan antara lain besar *VSWR* dan *Gain*.

Dari hasil rancangan antenna mikrostrip *patchrectangular* diperoleh nilai *VSWR* seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Simulasi *VSWR* dari Nilai Perhitungan Tiap Elemen Antena

Pada Gambar 6 diperlihatkan *gain* pada simulasi perancangan antenna yang dihasilkan yaitu 7,91 dBi.



Gambar 6. Hasil Simulasi Untuk Parameter *Gain*

6. Iterasi Ukuran Dimensi Antena

Dalam usaha untuk memperoleh suatu spesifikasi antenna yang diinginkan dilakukan iterasi ukuran dimensi antenna secara bergantian dengan variabel dimensi bagian yang lain dibuat tetap. Iterasi - iterasi tersebut diuraikan sebagai berikut.

a. Iterasi Dimensi *Groundplane*

Adapun hasil iterasi dimensi *Groundplane* dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Simulasi perbandingan dimensi *Groundplane* terhadap VSWR

<i>Groundplane</i> (mm)	Nilai VSWR pada Frekuensi (GHz)			<i>Gain</i> (dB)
	2,4	2,45	2,5	
70x70	2,00	2,07	2,08	7,91
80x80	2,18	2,20	2,15	8,33
90x90	1,65	1,69	1,68	8,06
100x100	1,61	1,58	1,52	8,76
110x110	1,50	1,51	1,49	8,93
120x120	1,36	1,37	1,31	9,06

b. Iterasi Dimensi *Patch Rectangular*

Hasil iterasi dimensi pada lebar *patch rectangular* dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil iterasi dimensi lebar *patch* diubah dengan *radius* 10 mm

Panjang <i>Patch</i> (mm)	Lebar <i>patch</i> (mm)	Nilai VSWR pada Frekuensi (GHz)			<i>Gain</i> (dB)
		2,4	2,45	2,5	
43,5	51,5	1,47	1,53	1,54	8,87
43,5	61,5	1,36	1,37	1,31	9,06
43,5	71,5	1,21	1,20	1,18	9,05
43,5	81,5	1,36	1,43	1,51	8,66

Adapun hasil iterasi dimensi pada panjang *patch rectangular* dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil panjang *patch* diubah dengan *radius* 10 mm

Panjang <i>Patch</i> (mm)	Lebar <i>patch</i> (mm)	Nilai VSWR pada Frekuensi (GHz)			<i>Gain</i> (dB)
		2,4	2,45	2,5	
33,5	61,5	1,80	1,81	1,84	7,71
43,5	61,5	1,36	1,37	1,31	9,06
53,5	61,5	2,34	2,20	2,16	7,96
63,5	61,5	3,08	2,73	2,48	7,56

Dari hasil iterasi dimensi antenna *patch rectangular* tersebut diperoleh ukuran tiap dimensi antenna yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Ukuran Dimensi Tiap Elemen Antena Setelah Iterasi

Dimensi Antena	Hasil yang diperoleh
Ukuran <i>patch</i> antenna (W x L)	(61,5 x 43,5) mm
Permitivitas relatif bahan udara (ϵ_r)	1
Ketebalan substrat (h)	14 mm
Tinggi antara <i>L-strip</i> ke <i>Groundplane</i> (h2)	1 mm
Tinggi antara <i>L-strip</i> ke <i>Patch</i> (h3)	2 mm
Jarak Pangkal <i>L-strip</i> ke pangkal <i>patch</i> (D)	6 mm
Panjang <i>L-strip</i> (A1 x A2 x A3)	46 x 9 x 11 mm
Minimum Dimensi <i>Groundplane</i> Antena	120 x 120 mm

7. Prototipe Antena Mikrostrip

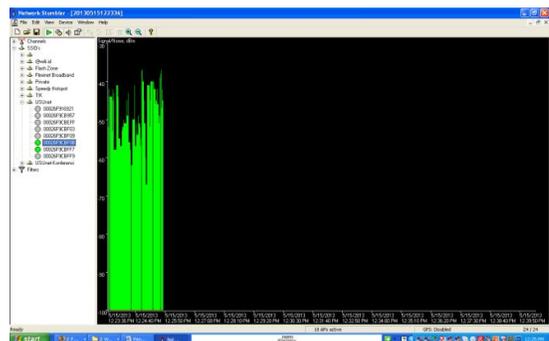
Antena mikrostrip *patch rectangular* setelah difabrikasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Prototipe Antena mikrostrip *patch rectangular*

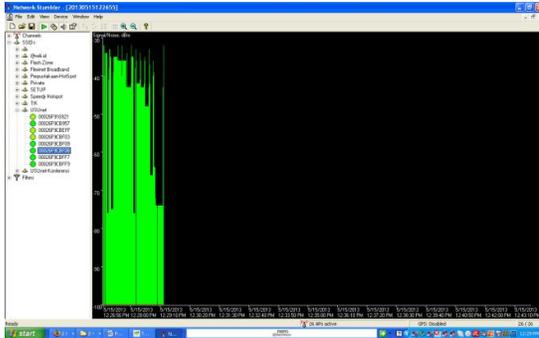
8. Hasil Pengujian

Dengan *network stumbler* dapat dilihat level sinyal yang diterima baik menggunakan antenna *dipole* maupun antenna mikrostrip *patch rectangular*. Level sinyal yang diterima ketika menggunakan antenna *dipole* dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Level sinyal penerimaan saat menggunakan antenna *dipole*

Hasil pengujian dilihat dari Gambar 8 tampak bahwa level penerimaan kuat sinyal adalah -37 dBm. Selanjutnya level penerimaan kuat sinyal dengan menggunakan antenna mikrostrip *patch rectangular* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Level sinyal penerimaan saat menggunakan antenna mikrostrip

Dari Gambar 9 tampak bahwa level penerimaan kuat sinyal adalah -32 dBm. Nilai pada level ini memperlihatkan bahwa penerimaan sinyal meningkat menjadi lebih baik. Dari nilai level penerimaan sinyal dari kedua antenna di atas maka dapat diperoleh *gain* antenna dengan menggunakan Persamaan 7, yaitu :

$$G_t(\text{dB}) = P_t(\text{dB}) - P_s(\text{dB}) + G_s(\text{dB})$$

$$G_t(\text{dB}) = -32(\text{dBm}) - (-37)(\text{dBm}) + 4(\text{dBi})$$

$$G_t(\text{dB}) = 9 \text{ dBi}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh besar *Gain* antenna mikrostrip *patch rectangular* yaitu 9 dBi. Nilai ini tidak memiliki perbedaan yang jauh dibandingkan dengan hasil simulasi sebesar 9,06 dBi. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, proses pembuatan atau fabrikasi antenna mikrostrip ini. Namun dari nilai ini menunjukkan bahwa antenna yang dibuat ini telah sesuai dengan yang diinginkan.

9. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dirancang antenna mikrostrip *patch rectangular* yang digunakan sebagai WLAN. Dari hasil perancangan, simulasi, dan pengujian diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pada saat pengujian *gain* yang didapat sebesar 9 dBi, nilai ini tidak berbeda jauh dibandingkan *gain* yang dihasilkan pada saat simulasi yaitu sebesar 9,06 dBi. Hal ini disebabkan oleh faktor lingkungan saat pengujian serta pada saat proses fabrikasi antenna ini.

2. Nilai VSWR yang didapatkan setelah dilakukan proses iterasi adalah 1,37 namun nilai ini jauh berbeda dengan VSWR pada saat perhitungan secara teori yaitu sebesar 3,34. Hal ini disebabkan oleh proses iterasi yang menghasilkan perubahan nilai – nilai ukuran tiap dimensi antenna mikrostrip. Nilai VSWR yang didapatkan saat simulasi diperoleh ketika dilakukannya proses iterasi pada ukuran dimensi *patch* dan *groundplane*.

10. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. W. Ompusunggu dan A.R. br. Hutauruk selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan bagi penulis, selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada Bapak Ali Hanafiah Rambe, ST, MT selaku dosen pembimbing, juga kepada Bapak Ir. M. Zulfin, MT dan Bapak Maksun Pinem, ST, MT selaku dosen penguji penulis yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan makalah ini, serta semua pihak yang sudah memberikan dukungan selama pembuatan makalah ini.

7. Daftar Pustaka

- [1] Hermansyah, M Rudy. 2010. Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat Untuk Aplikasi *Wireless*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [2] Rambe, Ali Hanafiah. 2008. Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat *Plannar Array* 4 Elemen Dengan Pencatuan *Aperture-Coupled* Untuk Aplikasi CPE Pada WIMAX. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [3] Garg, Ramesh, *Microstrip Design Handbook*, Norwood: Artech House. Inc, 2001. Hal 253 – 270
- [4] Surjati, Indra. “*Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*”, Jakarta. Universitas Trisakti, 2010
- [5] Sibarani, Parulian “*Analisis VSWR Antena Mikrostrip Patch Segi Empat Dengan Model Saluran Transmisi Sederhana*”, Tugas Akhir, USU, Medan 2012
- [6] Parsaulian, Michael Torang “*Rancang Bangun Patch Triangular Antenna Dengan Model Pencatuan Electromagnetically Coupled (EMC) Pada Frekuensi 2,3 GHz*”, Tugas Akhir, ITHB, Bandung, 2009