

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP *MULTI-PATCH* *COPLANAR DIPOLE DUAL BAND* UNTUK APLIKASI WIMAX

Eva Smitha Sinaga, Ali Hanafiah Rambe

Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA

email: eva_smitha_sinaga@students.usu.ac.id or smitheve89@gmail.com

Abstrak

Perkembangan antena mikrostrip dewasa ini sangat meningkat terutama dalam hal desain, sehingga banyak diaplikasikan pada peralatan telekomunikasi modern. Salah satu teknologi aplikasinya adalah WiMAX. WiMAX merupakan teknologi *broadband* yang menawarkan kecepatan akses yang tinggi dengan kecepatan data yang besar (sampai 70 Mbps) dan jangkauan yang luas. Tulisan ini membahas tentang perancangan antena mikrostrip *multi-patch coplanar dipole dual band* yaitu pada frekuensi 3.35 GHz dan 5.85 GHz. Pada perancangan terdapat dua buah antena *dipole* yang disusun paralel pada sebuah substrat untuk menghasilkan *dual band* yang berbeda. Perancangan dilakukan dengan menggunakan simulator AWR Microwave 2004. *Bandwidth* yang diperoleh pada $VSWR \leq 2$ untuk *band* 3.3 GHz adalah 63 MHz dan untuk *band* 5.8 GHz adalah 95 MHz.

Kata kunci : antena mikrostrip, WiMAX, *multi-patch coplanar dipole dual band*, VSWR

1. Pendahuluan

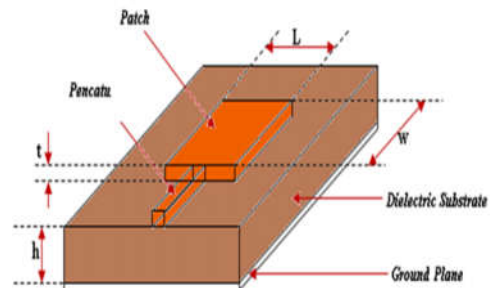
Teknologi komunikasi nirkabel salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam dunia telekomunikasi. Sebagai teknologi yang tidak memerlukan sarana fisik dalam *interface*-nya, teknologi komunikasi nirkabel menuntut sistem antena bekerja meskipun terdapat penghalang antar pengirim dan penerima. Salah satu jenis antena yang sesuai untuk teknologi komunikasi nirkabel adalah antena mikrostrip, karena memiliki karakteristik dimensi kecil, ringan, ekonomis dan mudah dalam instalasinya.

Antena mikrostrip tidak hanya dapat digunakan untuk satu *band* frekuensi, tetapi juga dapat digunakan untuk lebih dari satu *band* frekuensi. Sehingga, sistem radio menjadi lebih efisien.

2. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan salah satu antena komunikasi nirkabel gelombang mikro yang digunakan sebagai radiator pada sejumlah sistem telekomunikasi modern seperti *Radio Detection and Ranging* (Radar) dan *Global Positioning System* (GPS). Antena mikrostrip merupakan sebuah antena yang tersusun atas tiga elemen, yaitu: elemen peradiasi (*patch*), elemen *dielectric substrate* dan elemen

pentanahan (*ground plane*). Bentuk antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 1 [1].



Gambar 1. Struktur Antena Mikrostrip [1].

Hal yang harus dipertimbangkan dalam merancang *patch* yaitu pertimbangan memilih substrat. Elemen ini ada beberapa jenis yang dapat digolongkan berdasarkan nilai konstanta dielektrik dan ketebalannya. Dalam pemilihan jenis substrat sangat dibutuhkan pengenalan tentang spesifikasi umum dari substrat tersebut yaitu kualitasnya. Tabel 1 menunjukkan spesifikasi substrat yang digunakan.

Tabel 1. Spesifikasi Substrat

Jenis substrat	FR-4 epoxy
Konstanta Dielektrik relative (ϵ_r)	4,4
Dielektrik Loss Tangent ($\tan \delta$)	0,02
Ketebalan substrat (h)	1,6 mm

2.1 Parameter-parameter Antena

Parameter-parameter antena digunakan untuk menguji atau mengukur performa antena yang digunakan, yaitu frekuensi antena, VSWR, *bandwidth*, *gain* antena, dan polarisasi.

a. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) merupakan perbandingan tegangan antara tegangan rms maksimum ($|V|_{max}$) dan minimum ($|V|_{min}$) yang terjadi pada saluran yang tidak *match* [1].

b. Frekuensi Resonansi

Frekuensi resonansi adalah frekuensi dimana antena mikrostrip memiliki impedansi resistif dimana, nilai reaktansi impedansi sama dengan nol [1].

c. Bandwidth

Bandwidth suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi yang berhubungan dengan beberapa karakteristik antena lain seperti, impedansi masukan, *bandwidth*, polarisasi dan *gain*. *Bandwidth* suatu antena ditentukan oleh parameter yang digunakan. Dimana, menentukan *bandwidth* adalah frekuensi atas kurang frekuensi bawah dibagi dengan frekuensi *carier*, dirumuskan sebagai berikut [2]:

$$\text{Bandwidth} = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (1)$$

d. Gain

Gain adalah karakter antena yang terkait dengan kemampuan antena mengarahkan radiasi sinyalnya atau penerima sinyal dari arah tertentu [1].

e. Pola Radiasi

Pola radiasi adalah fungsi matematika dari sifat radiasi antena sebagai fungsi ruang, biasanya terdiri dari [1]:

- Lobe utama (*main lobe*)
- Side lobe* (cuping)
- Back lobe*

f. Return Loss

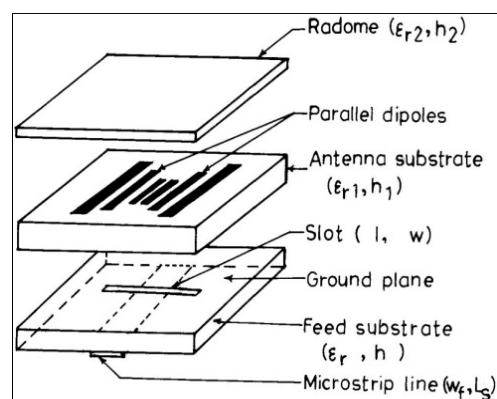
Return loss adalah perbandingan antara *amplitude* dari gelombang yang direfleksikan terhadap *amplitude* gelombang yang dikirim. Besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi [1].

g. Impedansi Masukan

Impedansi masukan dari suatu antena dapat dilihat sebagai impedansi dari antena tersebut pada terminalnya. Impedansi masukan adalah impedansi yang dipresentasikan oleh antena pada terminalnya [1].

2.2 Antena Mikrostrip Multi-Patch Coplanar Dipole

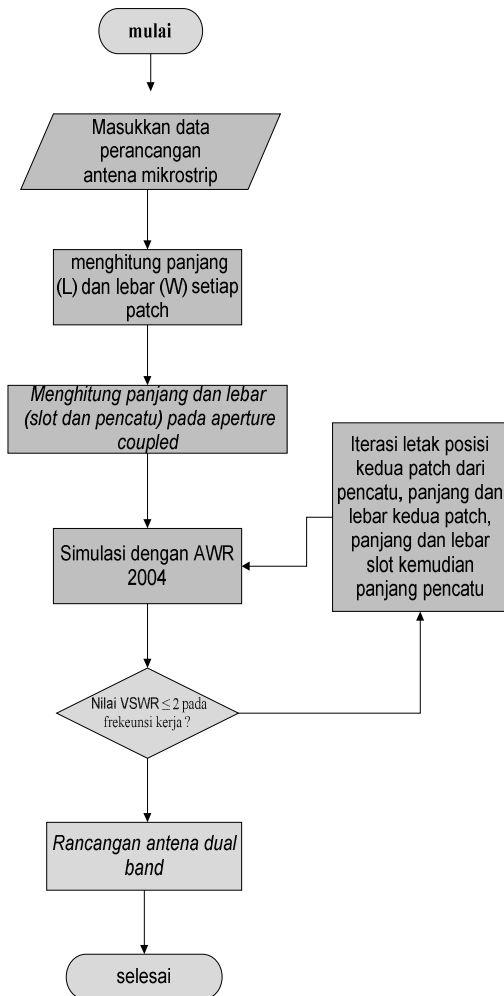
Salah satu jenis antena yang dikembangkan dengan teknik *multi-patch dual-frequency antennas* adalah antena mikrostrip *multi-patch coplanar dipole*. Dari asal katanya *coplanar* yang berarti beberapa titik atau garis yang terletak pada bidang yang sama, *dipole* yang merupakan antena yang memiliki bentuk garis tipis dan *multi-patch* yang berarti lebih dari satu atau beberapa patch. Sehingga *multi-patch coplanar dipole* dapat diartikan sebagai beberapa *patch* yang berbentuk garis tipis (*dipole*) yang terletak pada bidang yang sama. Pada antena mikrostrip *multi-patch coplanar dipole* yang terletak pada *aperture coupled* dapat digunakan untuk mendapatkan operasi *multi* frekuensi. Secara umum antena ini akan dibuat dengan panjang yang berbeda – beda. Untuk peletakan antenanya, antena yang terpanjang dapat diletakkan ditengah ataupun ditepi, ataupun yang terkecil dapat diletakkan ditengah ataupun ditepi. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada Gambar 2 [3].



Gambar 2. Antena Mikrostrip *Multi-Patch Coplanar Dipole*

3. Perancangan Antena

Pada tahap ini dilakukan penentuan frekuensi resonansi yang akan diharapkan, kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan dimensi *patch*-nya. Untuk *patch* – 1 adalah pada frekuensi 3.3 GHz dan *patch* – 2 adalah pada frekuensi 5.85 GHz. Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan dimensi slot dan pencatu pada teknik pencatuan *aperture coupled* sehingga nantinya akan menghasilkan *dual-band* dengan dua *patch*. Tahapan – tahapan perancangan ditunjukkan dalam diagram alir pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan Antena Mikrostrip *Dual-Band*

3.1 Perancangan Elemen Antena

Pada perancangan antena mikrostrip *multi-patch coplanar dipole* ini terlebih dahulu dilakukan dengan menentukan dimensi masing – masing *patch* untuk frekuensi kerja 3.3 GHz dan 5.8 GHz, dimensi slot dan dimensi pencatu. Untuk memperoleh nilai panjang *patch* (L) digunakan persamaan [4] :

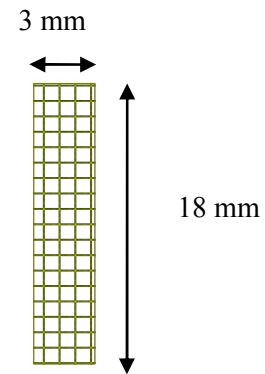
$$L = \frac{\lambda}{4} \tag{2}$$

$$\text{Dimana } \lambda = \frac{c}{fr \sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{3}$$

Untuk mendapatkan nilai konstanta dielektrik relative dapat digunakan persamaan :

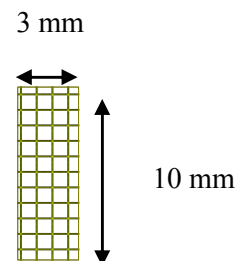
$$\epsilon_{reff} = \frac{4,4+1}{2} + \frac{4,4-1}{2} \left(\frac{1}{1+12 \cdot 1.6/3} \right) \tag{4}$$

Dari persamaan (2) diperoleh untuk dimensi *patch*-1 dengan frekuensi 3.35 Ghz dengan lebar *patch* (W) = 3 mm dan panjang *patch* (L1) = 18 mm terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Dimensi *Patch* – 1

Untuk frekuensi 5.8 Ghz dengan menggunakan persamaan (2) diperoleh dimensi *patch* dengan lebar *patch* (W) = 3 mm dan panjang *patch* (L2) = 10 mm terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Dimensi *Patch* - 2

3.2 Perancangan Pencatuan Aperture Coupled

Perancangan pencatuan *aperture coupled* dilakukan untuk menentukan dimensi *slot* dan pencatu. Penentuan dimensi dilakukan dengan

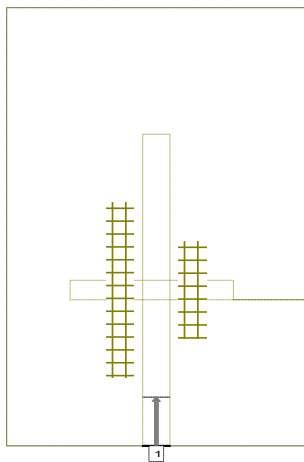
menggunakan salah satu frekuensi kerja saja yaitu pada frekuensi 3.35 GHz. Sehingga diperoleh untuk dimensi *slot* pada pencatuan *aperture coupled* dengan panjang (L_a) = 18 mm dan lebar (W_a) = 1,8 mm. Pada dimensi pencatu diperoleh panjang pencatu = 32 mm dan lebar saluran pencatu sebesar 3 mm.

4. Analisis Hasil Simulasi

4.1 Simulasi Antena Mikrostrip *Multi-Patch*

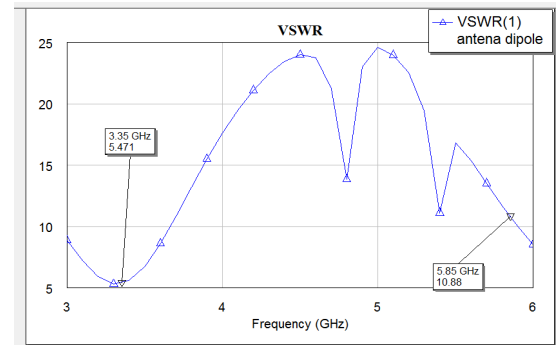
Coplanar Dipole

Untuk mendapatkan antena mikrostrip *dual-band* maka dirancang dua buah *patch* berbentuk *dipole* (garis tipis) yang dibuat paralel pada sebuah *substrate* dengan menggunakan pencatuan *aperture coupled*. *Patch* – 1 meradiasikan frekuensi 3.35 GHz kemudian *patch* – 2 meradiasikan frekuensi 5.85 GHz. Kedua *patch* terletak pada satu *substrate* yang terletak pada *substrate* – 2. Kemudian untuk pencatuan *aperture coupled* terletak pada *substrate* – 3. kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan simulator AWR *Microwave* 2004 seperti terlihat pada Gambar 7.



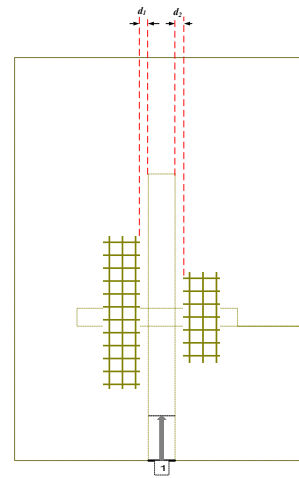
Gambar 6. Bentuk rancangan awal dari antenna mikrostrip *multi-patch coplanar dipole dual-band*

Dari hasil simulasi diperoleh nilai VSWR untuk frekuensi resonansi 3.35 GHz adalah 5.471 dan untuk frekuensi resonansi 5.85 GHz adalah 10.88 yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai VSWR awal antena Mikrostrip *Multi-Patch Coplanar Dipole Dual-Band*

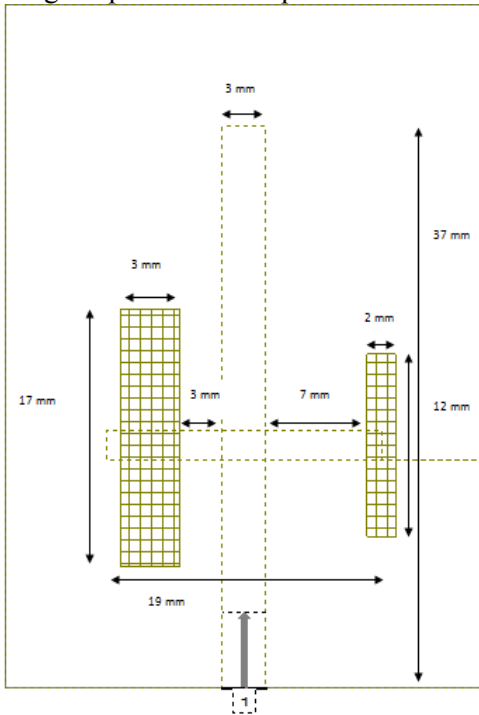
Hasil simulasi yang diperoleh tidak optimal karena nilai VSWR > 2. Untuk mendapatkan hasil yang optimal (VSWR ≤ 2) maka dilakukan iterasi pada dimensi antena *patch* – 1, *patch* – 2, *slot* dan pencatu. Iterasi yang dilakukan dengan mengubah letak posisi dari dimensi *patch* 1 dan *patch* – 2 dari pencatu. Untuk memudahkan dalam perubahan letak posisi dimensi *patch* antena, maka dibuatlah notasi jarak dari letak posisi dimensi *patch* antena dari pencatu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Bentuk rancangan awal dari antenna Mikrostrip *multi-patch coplanar Dipole dual band* dengan menggunakan notasi

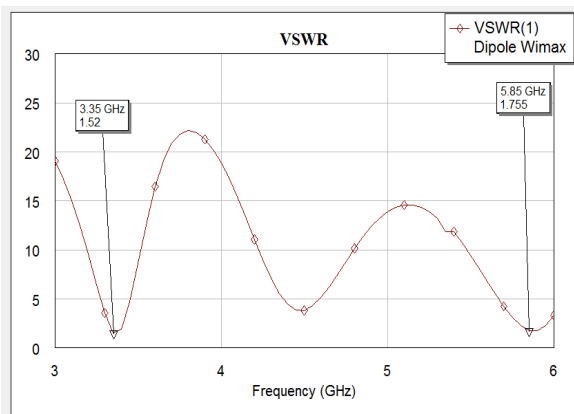
Iterasi awal dilakukan dengan cara menggeser letak masing – masing dimensi *patch*. Untuk dimensi *patch* – 1 (pada frekuensi resonansi 3.35 GHz) sejauh d_1 ke kiri dan untuk dimensi *patch* – 2 (pada frekuensi resonansi 5.85 GHz) sejauh d_2 kekanan. Untuk pergeseran letak posisi dimensi *patch* akan digeser setiap 1 mm menjauhi posisi pencatu. Kemudian dilanjutkan dengan mengubah lebar dan panjang dimensi *patch*.

Dari data yang diperoleh nilai VSWR optimal adalah ketika ukuran dimensi *patch* – 1 ($W = 4 \text{ mm}$; $L = 17 \text{ mm}$), *patch* – 2 ($W = 2 \text{ mm}$; $L = 12 \text{ mm}$) untuk pencatu ($P = 37 \text{ mm}$; $L = 3 \text{ mm}$) dan yang terakhir untuk ukuran *slot* ($P = 19 \text{ mm}$; $L = 2 \text{ mm}$). Untuk bentuk rancangan optimal terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk rancangan optimal

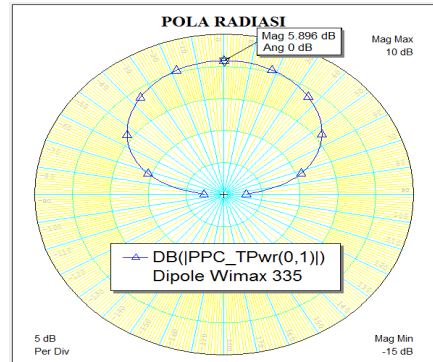
Dari rancangan optimal antenna yang ditunjukkan pada Gambar 9 diperoleh nilai VSWR untuk frekuensi 3.35 GHz bernilai 1.52 dan untuk frekuensi 5.85 GHz bernilai 1.755 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



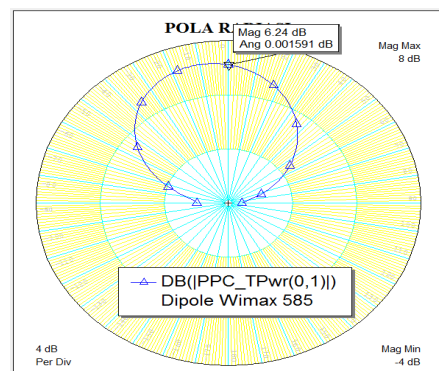
Gambar 10. Nilai VSWR optimal

Setelah dilakukan simulasi pada antenna mikrostrip *multi-patch coplanar dipole dual-band* maka diperoleh pola radiasi antenna adalah *unidirectional* dan *gain* antenna untuk frekuensi

3.35 GHz adalah 5.896 dB sedangkan pada frekuensi resonansi untuk frekuensi 5.85 GHz adalah 6.24 dB



Gambar 11. Pola Radiasi dan Gain 3.35 GHz.



Gambar 12. Pola Radiasi dan Gain 5.85 GHz.

Nilai *bandwidth* untuk frekuensi 3.35 GHz diperoleh :

$$BW = 3,338 - 3,401$$

$$BW = 0,063 \text{ GHz} = 63 \text{ MHz}$$

$$Bandwidth = \frac{3,338 - 3,401}{3,35} \times 100\% = 1,9\%$$

Untuk frekuensi 5.85 GHz diperoleh :

$$BW = 5,828 - 5,923$$

$$BW = 0,095 \text{ GHz} = 95 \text{ MHz}$$

$$Bandwidth = \frac{5,828 - 5,923}{5,85} \times 100\% = 1,6\%$$

4.2 Analisis Hasil Simulasi

Dari hasil rancangan dan simulasi diperoleh spesifikasi antenna yang kemudian dapat dibandingkan dan dianalisis berdasarkan parameter – parameter yang ditentukan. Parameter – parameter yang dianalisis secara simulasi dan secara teori adalah VSWR, *gain* dan *bandwidth*. Perbandingan hasil simulasi dengan teori ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pencapaian Spesifikasi Antena

Parameter Antena	Hasil Simulasi		Hasil Perhitungan	
	3.35 GHz	5.85 GHz	3.35 GHz	5.85 GHz
Gain	5.896 dB	6.24 dB	6.24 dB	6.24 dB
VSWR	1.52	1.755	1.229	1.232

Dari Tabel 2, dapat diketahui bahwa antena mikrostrip *multi-patch coplanar dipole* telah mampu memenuhi pencapaian parameter yang diinginkan. Pada saat simulasi *gain* yang diperoleh pada frekuensi 3,35 GHz sebesar 5,896 dB, dengan nilai VSWR sebesar 1,52. *Gain* yang diperoleh dalam perhitungan diperoleh sebesar 6,24 dB. Besar VSWR yang diperoleh secara teori sebesar 1,229. Pada frekuensi 5,85 GHz, secara simulasi *gain* diperoleh sebesar 6,24 dB dengan nilai VSWR sebesar 1.755. *Gain* yang diperoleh dalam perhitungan sebesar 6,24 dB. Besar VSWR yang diperoleh secara teori 1,232. Namun pada awal sebelum dilakukan proses iterasi nilai VSWR yang diperoleh secara simulasi untuk frekuensi 3,35 GHz sebesar 5,471 dan frekuensi 5,85 GHz sebesar 10,88. Diketahui sebelumnya bahwa nilai VSWR paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ($VSWR = 1$) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna, namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik adalah saat nilai $VSWR \leq 2$. Dilatarbelakangi hal inilah saat simulasi dilakukan proses iterasi sehingga kemudian diperoleh nilai $VSWR \leq 2$. Nilai VSWR yang diperoleh dari simulasi disebabkan perubahan posisi letak *patch*, ukuran dimensi *patch*, panjang *slot* dan yang terakhir mengubah panjang pencatu.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa yang dilakukan pada perancangan antena mikrostrip *coplanar dipole dual-band* diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai VSWR yang dihasilkan dari perhitungan pada perancangan ini adalah 1.229 untuk frekuensi 3.35 GHz dan 1.232 untuk frekuensi 5.85 GHz. Sedangkan dari

hasil simulasi yang telah dilakukan pada perancangan ini nilai VSWR yang dihasilkan adalah 1.52 untuk frekuensi 3.35 GHz dan 1.755 untuk frekuensi 5.85 GHz.

2. Nilai *gain* dari perancangan antena mikrostrip *multi-patch coplanar dipole dual band* pada frekuensi 3.35 GHz dan 5.85 GHz adalah 6.24 dB. Sedangkan dari hasil simulasi yang telah dilakukan dihasilkan nilai *gain* pada frekuensi 3.35 GHz adalah 5.896 dB dan untuk frekuensi 5.85 GHz adalah 6.24 dB.
3. Nilai *bandwidth* dari hasil simulasi antena mikrostrip *multi-patch coplanar dipole dual-frequency* adalah 63 MHz untuk frekuensi 3.35 GHz dan 95 MHz untuk frekuensi 5.85 GHz.
4. Hasil perancangan antena mikrostrip *multi-patch coplanar dipole dual frequency* dapat diperoleh dengan baik dengan melakukan iterasi pergeseran kedua dimensi *patch*, mengubah ukuran dimensi *patch* 1 dan *patch* 2, mengubah dimensi *slot* dimana untuk lebar *slot* tetap sedangkan panjang *slot* diperpanjang dan kemudian mengubah panjang pencatu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surjati, I. (2010). Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya, Jakarta. Universitas Trisakti.
- [2] Rambe, Ali Hanafiah (2008). Rancang bangunan antena mikrostrip *patch* segiempat planar array 4 elemen dengan pencatuan *aperture-coupled* untuk aplikasi CPE pada wimax. Tesis Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- [3] Mobasher, A.T., M.T. Islam, dan N. Misran. 2011. RFID Technology : Perspective and Technical Considerations of Microstrip Antennas for Multiband RFID Reader Operation, Disertasi, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- [4] Balanis, Constantine A. 1997. Antena Theory : Analysis and Design. USA: John Willey and Sons.