STUDI PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP *PATCH* SEGIEMPAT DENGAN TIPE POLARISASI MELINGKAR MENGGUNAKAN ANSOFT

Denny Osmond Pelawi, Ali Hanafiah Rambe
Konsentrasi Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: osmonddennypelawi@gmail.com

Abstrak

Antena dengan tipe polarisasi melingkar merupakan antena yang paling banyak digunakan dalam bidang telekomunikasi saat ini khususnya pada sistem komunikasi nirkabel. Antena mikrostrip merupakan peradiator paling efektif dalam polarisasi melingkar. Pada tulisan ilmiah ini, diteliti tentang perancangan dan simulasi sebuah antena mikrostrip berpolarisasi melingkar dengan menggunakan teknik sudut *patch* dipotong dan slot diagonal pada *patch* menggunakan bantuan perangkat lunak Ansoft. Dari hasil simulasi diperoleh *axial ratio* antena yang paling optimum sebesar 1,54 dB dengan VSWR 1,43 pada antena dengan sudut *patch* yang dipotong, dan *axial ratio* sebesar 1,74 dB dengan VSWR 1,7 pada antena yang diberi slot diagonal pada *patch*nya.

Kata Kunci: Antena mikrostrip, polarisasi melingkar, axial ratio.

1.Pendahuluan

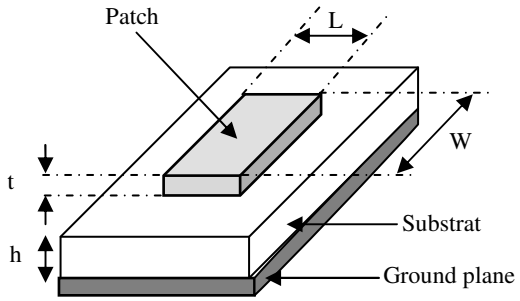
Salah satu antena yang paling populer saat ini adalah antena mikrostrip. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang sekarang ini sangat memperhatikan bentuk dan ukuran.

Antena mikrostrip merupakan antena yang pengembangannya dimulai sejak tahun 1970an dan hingga kini masih menjadi jenis antena yang terus dikembangka. Pada penelitian ini dirancang dan disimulasikan antena mikrostrip *patch* segiempat dengan dengan tipe polarisasi melingkar. Parameter-parameter utama yang akan dianalisis adalah VSWR, *axial ratio*, dan *gain*. Perancangan dan simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Ansoft.

2. Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat

Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri atas dua kata, yaitu mikro (sangat kecil/kecil) dan strip (bilah/potongan). Antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang berbentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran yang sangat tipis.

Gambar 1 menunjukkan struktur dari sebuah antena mikrostrip [1].

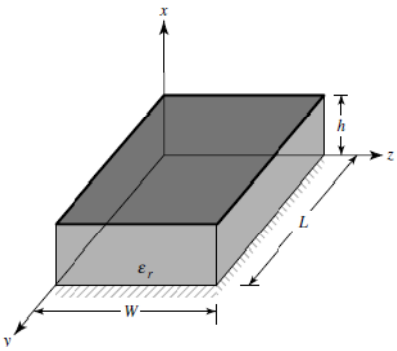


Gambar 1. Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat

Secara umum antena mikrostrip terdiri atas tiga bagian, yaitu *patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas substrat, sementara *ground plane* terletak di bagian paling bawah. *Patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik, sedangkan *ground plane* berfungsi sebagai reflektor yang terbuat dari tembaga atau perak.

copyright @ DTE FT USU

Antena mikrostrip dalam perancangan ini menggunakan *patch* yang berbentuk segiempat. *Patch* segiempat lebih banyak digunakan karena kemudahan dalam analisis dan proses fabrikasi. Gambar 2 memperlihatkan bentuk geometri dari *patch* mikrostrip segiempat dimana W dan L adalah lebar dan panjang dari *patch*, h adalah tebal substrat dan ε_r merupakan nilai konstanta dielektrik dari substrat [2].



Gambar 2. Geometri Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat

Untuk mencari dimensi antena *microstrip* (W dan L), harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik (h), konstanta dielektrik (εr), tebal konduktor (t) dan rugi – rugi bahan. Panjang antena *microstrip* harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang *bandwidth* akan menjadi lebih lebar tetapi efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dengan mengatur lebar dari antena *microstrip* (W) impedansi input juga akan berubah. Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antena *microstrip* dapat menggunakan persamaan [1] :

$$W = \frac{c}{2f_0\sqrt{\frac{(\varepsilon_r+1)}{2}}} \qquad (1)$$

Dimana :
W : lebar konduktor
ε_r : konstanta dielektrik
c : kecepatan cahaya di ruang bebas ($3x10^8$)
fo : frekuensi kerja antena

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 dirumuskan dengan [1] :

$$\Delta L = 0{,}412h\,\frac{(\varepsilon_{reff}+0{,}3)(\frac{W}{h}+0{,}624)}{(\varepsilon_{reff}-0{,}258)(\frac{W}{h}+0{,}8)} \qquad (2)$$

Dimana *h* merupakan tinggi substrat atau tebal substrat, dan ε_{reff} adalah konstanta dielektrik relatif yang dirumuskan sebagai [1] :

$$\varepsilon_{reff} = \frac{\varepsilon_r+1}{2} + \frac{\varepsilon_r-1}{2}\left(\frac{1}{\sqrt{1+12\,{}^{h}/_{W}}}\right) \qquad (3)$$

Dengan panjang *patch* (*L*) dirumuskan oleh [1]:

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

Dimana L_{eff} merupakan panjang *patch* efektif yang dapat dirumuskan dengan :

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\varepsilon_{reff}}} \qquad (5)$$

3. Polarisasi Melingkar

Polarisasi dari sebuah antena didefinisikan sebagai polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan (dipancarkan) oleh antenna [2]. Ketika arah pancaran tidak ditetapkan, polarisasi dianggap sebagai polarisasi dengan arah *gain* maksimum.

Gelombang yang terpolarisasi melingkar meradiasikan energi pada bidang vertikal dan horizontal dan semua bidang di antaranya. Perbedaannya, jika beberapa di antara puncak maksimum dan minimum seperti antena dirotasikan melewati semua sudut, hal ini disebut rasio aksial, dan biasanya dispesifikasikan dalam desibel (dB). Nilai *axial ratio* untuk polarisasi melingkar adalah dari 0 dB sampai 3 dB.

Beberapa kelebihan dari polarisasi melingkar, yaitu:

1) Tidak membutuhkan kesejajaran antara pengirim-penerima seperti pada polarisasi linier, sehingga dapat memaksimalkan penerimaan sinyal tanpa perlu usaha

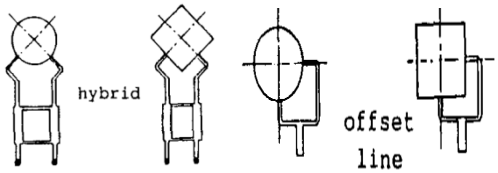
copyright @ DTE FT USU

untuk mengatur orientasi antena penerima.

2) Posisi RHCP dan LHCP yang orthogonal dapat dimanfaatkan untuk menggandakan kapasitas kanal pada sebuah link, dimana satu sinyal menggunakan RHCP dan sinyal lainnya menggunakan LHCP
3) Mengurangi efek *multipath* seperti yang terjadi pada komunikasi *mobile*.

Antena mikrostrip yang terpolarisasi melingkar dapat dikategorikan menjadi 2 (dua) tipe berdasarkan sistem pencatuannya, yakni antena mikrostrip pencatuan rangkap dengan polarisator eksternal dan antena mikrostrip dengan pencatuan tunggal. Klasifikasi antena ini berdasarkan atas jumlah titik pencatu, yang dibutuhkan untuk membangkitkan polarisasi melingkar.

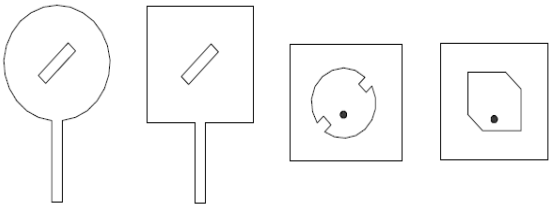
Bentuk pokok pada sebuah antena mikrostrip pencatuan rangkap ditunjukkan pada Gambar 3, yang mana patch dicatu dengan amplitudo sama dan memiliki perbedaan fasa sebesar 90^0 serta menggunakan polarisator eksternal.[3]



Gambar 3. Antena mikrostrip dengan pencatu rangkap.

Namun, dalam prakteknya dilapangan, sistem pencatuan rangkap sangat jarang digunakan untuk mendapatkan polarisasi melingkar pada antena mikrostrip. Hal ini disebabkan karena kedua tipe tersebut cukup sulit dalam hal perancangan dan fabrikasi, karena pada sistem pencatuan ini dibutuhkan polarisator tambahan.

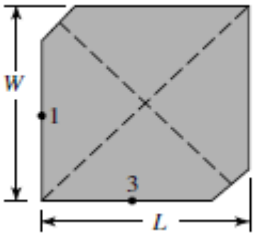
Antena mikrostrip dengan sistem pencatu tunggal merupakan antena yang sederhana, mudah dalam fabrikasi, murah, serta memiliki struktur yang rapi. Umumnya antena mikrostrip pencatu tunggal digunakan pada *patch* lingkaran dan *patch* segiempat. Untuk mendapatkan polarisasi melingkar, teknik yang sering digunakan ialah memberikan slot pada *patch* dan memotong sudut *patch*, seperti yang terlihat pada Gambar 4 [3].



Gambar 4. Antena Mikrostrip dengan Pencatu tunggal.

a) Antena mikrostrip *patch* segiempat dengan sudut dipotong.

Antena mikrostrip patch segiempat dengan sudut terpotong merupakan salah satu antena mikrostrip dengan pencatu tunggal yang paling sering digunakan. Bentuknya sederhana dengan sudut yang terpotong 45^0 secara diagonal/menyilang pada patchnya. Pada prakteknya, bentuk dari *patch*nya, seperti yang terlihat pada Gambar 5, dianggap memiliki bentuk hampir persegi, tetapi hanya mendekati bentuk persegi karena patchnya memilki panjang (L) dan lebar (W).[3]



Gambar 5. Bentuk *patch* antena mikrostrip *patch* segiempat dengan sudut dipotong.

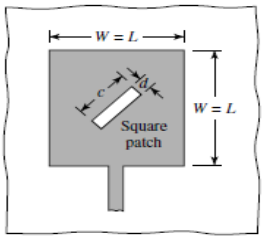
Pencatu pada antena ini membangkitkan medan dibawah patch hanya seperti sebuah antena yang ber-polarisasi linier. Sinyal yang dimasukkan cenderung terpropagasi pada satu arah yang diarahkan oleh bentuk *transmision line* dari *patchn*ya. Sehingga dalam hal ini dilakukan satu modifikasi pada antena yaitu dengan memotong sudut patch antena.

Ketika sudutnya dipotong, resonansi tidak hanya pada satu sisi patch ke sisi lainnya tetapi sepanjang diagonal patch. Jika sudutnya dipotong pada jumlah yang tepat, maka pada frekuensi yang berbeda akan menyebabkan perpindahan fasa sebesar 90°. Untuk perpindahan fasa 90°, disebabkan oleh dua faktor, yakni posisi titik pencatu dan ukuran dari pertubasi antena.

copyright @ DTE FT USU

b) Antena mikrostrip *patch* segiempat dengan slot diagonal.

Pada teknik slot diagonal pada patchnya, antena mikrostrip ini memiliki bentuk patch persegi, memiliki panjang yang sama pada setiap sisinya. Bentuknya juga sederhana dengan slot tipis menyilang pada tengah patchnya, seperti yang terlihat pada Gambar 6 [2].



Gambar 6. Bentuk patch antena mikrostrip patch segiempat dengan slot diagonal.

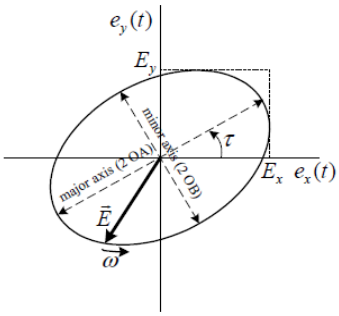
Pada gambar dapat dilihat bahwa slot pada pacth memiliki panjang *c* dan lebar *d*. Untuk mendapatkan dimensi *c* dan *d*, dapat menggunakan rumus [2]:

$$c = \frac{L}{2.72} = \frac{W}{2.72} \quad (6)$$

$$d = \frac{c}{10} = \frac{L}{27.2} = \frac{w}{27.2} \quad (7)$$

Axial Ratio

Axial ratio selalu dijadikan ukuran kualitas pada sebuah antena ketika polarisasi antena yang diinginkan adalah polarisasi melingkar. *Axial ratio* adalah rasio dari sumbu mayor dan sumbu minor pada polarisasi elips. Sebagai catatan bahwa polarisisasi melingkar dan linier adalah kasus khusus dari polarisasi elips. Arah propagasi dan arah rotasi polarisasi elips dapat dilihat pada Gambar 7 [5].



Gambar 7. Arah propagasi polarisasi elips

Rumus *axial ratio* secara teoritis dapat dilihat pada persamaan berikut ini [5].

$$\text{AR (dB)} = 20 \log \frac{major\ axis}{minor\ axis} = 20 \log \frac{OA}{OB} \quad (8)$$

Daerah polarisasi melingkar terdiri dari dua komponen orthogonal medan *E* pada amplitudo yang sama dan memiliki perbedaan fasa sebesar 90°. Karena komponennya memiliki magnitudo yang sama, maka pada polarisasi melingkar *axial ratio*-nya adalah 1(atau 0 dB). Namun pada sebagian besar aplikasi antena mikrostrip, *axial ratio* sebesar 3 dB sudah dianggap cukup untuk menggambarkan polarisasi melingkar antena.

4. Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip Patch Segiempat Polarisasi Melingkar menggunakan Ansoft.

Pada penelitian ini dirancang dan dianalisa sebuah antena mikrostrip *patch* segiempat berpolarisasi melingkar yang bekerja dengan baik pada frekuensi 2,45 GHz. Adapun antena dengan frekuensi kerja 2,45 GHz adalah antena yang digunakan untuk *Wireless* LAN (WLAN). Perancangan antena ini dilakukan dengan menggunakan bantuan simulator antena Ansoft HFSS.

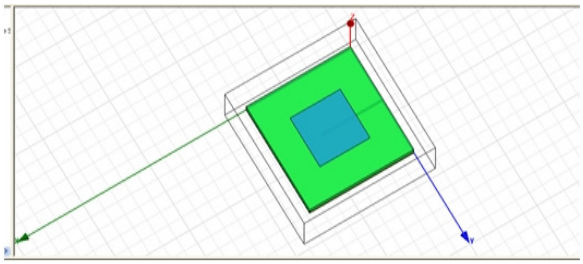
Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus-rumus, spesifikasi antena mikrostrip *patch* segiempat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Rancangan Awal Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat

Elemen Antena	Dimensi
Ground	L_g =89,139 mm W_g= 88,03 mm
Patch	L_p = 49,539 mm W_p= 48,43 mm
Substrat Patch (Duroid)	H_p = 5 mm ε_p = 2,2
Substrat Feed (FR4 Epoxy)	H_f = 1,6 mm ε_f = 4,4
Feed Line	L_f = 40 mm W_f = 1,44 mm

Kemudian setelah dilakukan perancangan menggunakan Ansoft, maka diperoleh tampilan antena seperti yang terlihat pada Gambar 8.

copyright @ DTE FT USU



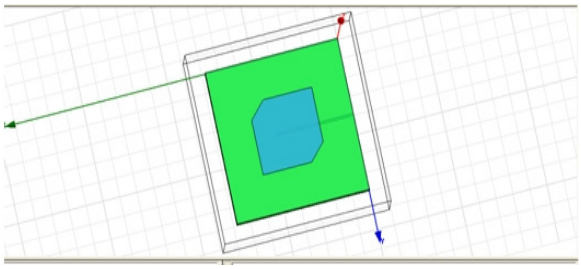
Gambar 8. Tampilan rancangan awal antena pada Ansoft.

Dengan menggunakan spesifikasi rancangan awal antena miksrostrip di atas didapatkan nilai keluaran antena yang dapat dilihat pada Tabel 2.

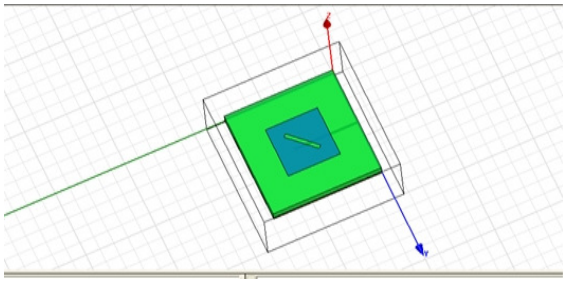
Tabel 2. Hasil simulasi rancangan awal.

Parameter	Besaran
VSWR	1,88
Gain	4,1 dB
Axial Ratio	5,04 dB

Untuk mendapatkan *axial ratio* yang paling optimum yang menunjukkan bahwa antena rancangan memiliki tipe polarisasi melingkar maka dilakukan modifikasi pada antena yaitu dengan memotong sudut *patch* dan modifkasi dengan memberi slot diagonal pada *patch* antena. Tampilan rancangan antena yang telah di modifikasi dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



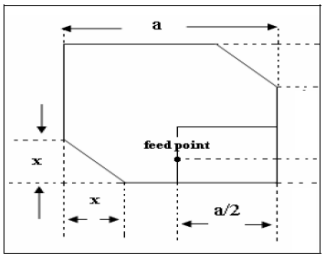
Gambar 9. Tampilan antena dengan sudut *patch* yang dipotong pada Ansoft.



Gambar 10. Tampilan antena dengan slot menyilang pada *patch*nya pada Ansoft.

a). Antena dengan sudut *patch* dipotong.

Untuk menentukan besarnya sudut yang akan dipotong pada *patch*, maka akan dilakukan iterasi. Seperti yang terlihat pada Gambar 11 [4], pada iterasi akan kita mengubah-ubah besar nilai *x*, dalam hal ini akan dilakukan iterasi dimulai dari *x* dengan besar 4 mm hingga 10 mm.



Gambar 11. Antena *patch* segiempat dengan sudut dipotong.

Setelah dilakukan simulasi dengan Ansoft, maka diperoleh hasil *axial ratio* paling optimum yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi dengan sudut patch yang dipotong

X (mm)	***Axial Ratio* (dB)**		
	2,4 GHz	**2,45 GHz**	**2,5 GHz**
4	2,81	2,50	2,43
5	2,80	2,73	2.39
6	2,23	1,54	1,18
7	2,78	2,07	2,39
8	3,12	3,05	4,73
9	6,15	4,44	4,5
10	6,27	4,31	6,74

Dari Tabel 3, dapat dilihat bahwa *axial ratio* paling optimum pada antena dengan sudut *patch* yang dipotong ialah pada panjang *x*= 6 mm. Pada Tabel 4 dapat dilihat hasil keluaran antena pada panjang *x*= 6 mm.

Tabel 4. Hasil simulasi pada panjang *x*= 6 mm

Parameter	Besaran
VSWR	1,54
Gain	4,14 dB
Axial Ratio	1,54 dB

b).Antena dengan slot diagonal pada *patch*.

Berdasarkan Persamaan (6) dan (7), maka diperoleh besar dimensi slot pada *patch* antena yaitu *c*= 17,80 mm dan *d* = 1,78 mm.

copyright @ DTE FT USU

Kemudian setelah dilakukan simulasi menggunakan Ansoft, maka diperoleh keluaran antena yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil simulasi dengan slot diagonal pada *patch*nya.

Parameter	Besaran
VSWR	1,34
Gain	4,9 dB
Axial Ratio	2,28 dB

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan, yakni:

1. Antena mikrostrip *patch* segiempat dengan polarisasi melingkar dapat dirancang dengan memodifikasi *patch* antena, yaitu dengan sudut *patch* dipotong dan memberi slot diagonal pada *patch*.
2. Nilai *axial ratio* adalah 5,04 dB dan dengan VSWR 1,88 dan *gain* sebesar 4,1 dB. Nilai *axial ratio* antena setelah dilakukan modifikasi antena yaitu 1,54 dB dengan VSWR sebesar 1,43 dan *gain* sebesar 4,14 dB pada antena dengan sudut *patch* yang dipotong. Nilai *axial ratio* pada antena yang diberi slot diagonal pada *patch*nya adalah sebesar 2.28 dB dengan VSWR sebesar 1,34 dan *gain* paling maksimum sebesar 4,9 dB.
3. Antena dengan sudut *patch* yang dipotong memiliki nilai *axial ratio* lebih optimum dibandingkan dengan antena yang diberi slot menyilang pada *patch*nya.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua penulis dan teman-teman yang telah memberikan dukungan moril dan materiil. Tidak lupa juga penulis menyampaikan terimakasih kepada para Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam membuat tulisan ilmiah ini.

Referensi

[1] Garg R. , 2001, *Microstrip Antenna Design Handbook*, First Edition, Artech House,Hal: 17-24

[2] Balanis, C.A, 2005, *Antena Theory Analysis and Design*, Third Edition, Willey,Hal: 859-871

[3] Marwa S. , 2010, *Circularly Polarized Microstrip Antennas*, Thesis, Department of Electrical and Computer Engineering, Concordia University, Canada, Hal: 22-26

[4] Puan E. dan Mohd A.R., *Design of single feed circularly polarized microstrip antenna using truncated corner method*, Jurnal, Universiti Teknologi Tun Hussein Onn, Johor, Malaysia, Hal: 2

[5] Nikolova N.K. , 2007, *Polarization and Related Antenna Parameters*, Jurnal, www.antentop.org, Hal: 12-14

copyright @ DTE FT USU