

PERBANDINGAN ANALISA DAN SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP PATCH SEGITIGA DENGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY PADA APLIKASI GPS

*Belinda Ayuningtyas*¹
*Tri Muliyaningsih*²

^{1,2}*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma*
^{1,2}*[belindaayu , tri_muliyaningsih]@student.gunadarma.ac.id*

Abstrak

Kebutuhan masyarakat akan mobilitas yang tinggi pada zaman modern saat ini, mendorong diciptakannya alat navigasi GPS (Global Positioning System). Agar dapat menunjang sistem pengiriman GPS yang baik dan akurat, diperlukan antena penerima dengan spesifikasi yang memadai. Antena GPS yang banyak digunakan dengan parameter gain > 2 dBi, axial ratio < 3 dB. Untuk mencapai spesifikasi yang diharapkan, pada penulisan ilmiah ini membandingkan antena mikrostrip patch segitiga dengan mikrostrip array guna mengetahui antena mana yang lebih baik bila digunakan pada aplikasi GPS. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh antena mikrostrip patch segitiga dengan gain 7.5 dBi dan axial ratio 1 dB.

Kata Kunci: *Antena Mikrostrip Array, Antena Mikrostrip Patch Segitiga, GPS*

PENDAHULUAN

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari 17.000 pulau yang terbentang dari Sabang sampai Merauke mengharuskan Indonesia untuk menggunakan satelit bagi keperluan komunikasi dan pemanfaatan antariksa bagi kesinambungan pembangunan nasional dan kemajuan bangsa. Kebutuhan untuk mengetahui posisi keberadaan seseorang di muka bumi, menentukan arah dan jarak yang harus ditempuh untuk menuju suatu tempat, mengetahui letak suatu wilayah. Hal-hal seperti ini akan memakan waktu serta biaya yang banyak. Oleh karena itu, dibuatlah suatu alat dengan teknologi mutakhir yang mampu memenuhi semua kebutuhan manusia akan arah dan wilayah, yang disebut dengan teknologi GPS (*Global Positioning System*).
GPS memperoleh sinyal dari beberapa satelit yang mengorbit bumi. Satelit yang mengitari bumi pada orbit pendek ini terdiri dari 24 susunan satelit, dengan 21 satelit aktif dan 3 buah satelit sebagai cadangan. Dengan susunan orbit tertentu, maka satelit GPS bisa diterima di seluruh permukaan bumi dengan

ditempuh untuk menuju suatu tempat, mengetahui letak suatu wilayah. Hal-hal seperti ini akan memakan waktu serta biaya yang banyak. Oleh karena itu, dibuatlah suatu alat dengan teknologi mutakhir yang mampu memenuhi semua kebutuhan manusia akan arah dan wilayah, yang disebut dengan teknologi GPS (*Global Positioning System*).

Global Positioning System (GPS) adalah suatu sistem navigasi yang memanfaatkan satelit. Penerima

penampakan antara 4 sampai 8 buah satelit.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, maka diciptakanlah antena mikrostrip untuk kebutuhan komunikasi satelit ini. Pemanfaatan teknologi mikrostrip sangat mendukung untuk pengembangan antena pada aplikasi

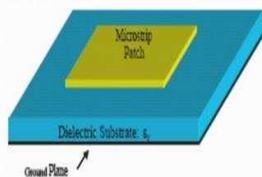
GPS penerima, karena efisiensi dari dimensi antenna mikrostrip[1].

Penulisan ini bertujuan menentukan karekteristik antenna berupa VSWR dan pola radiasi dan membandingkan karakteristik dari antenna Mikrostrip Array dan Mikrostrip Patch Segitiga. Untuk menentukan arah studi terkait, maka akan dibatasi sejumlah hal dalam penelitian ini, yakni parameter atau karakteristik yang dianalisis dan dievaluasi adalah VSWR dan pola radiasi, serta simulasi antenna Mikrostrip Array dan Mikrostrip Array dan Mikrostrip Patch Segitiga menggunakan software *Microwave Office versi 6.51* dan *pcaad*.

LANDARAN TEORI

Parameter – Parameter Antena

Guna menggambarkan unjuk kerja suatu antenna, sangat penting untuk memahami parameter-parameter antenna. Beberapa parameter saling berhubungan dan tidak semua perlu ditentukan untuk gambaran keseluruhan dari kinerja antenna. Jenis parameter-parameter antenna menurut IEEE yaitu pola radiasi, intensitas radiasi, lebar *beam* (*beamwidth*), keterarahan (*directivity*), penguatan (*gain*), lebar pita (*bandwidth*), polarisasi, dan impedansi *input*. Parameter lain yang turut menentukan keberhasilan unjuk kerja antenna yaitu *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), dan koefisien refleksi (*S11*) [5].

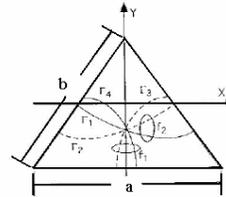


Gambar 2.1 Antena Mikrostrip
 Sumber: Google

Mikrostrip Patch Segitiga

Distribusi medan pada patch segitiga dapat dicari dengan model

cavity, di mana segitiga dikelilingi oleh medan magnet di sekelilingnya seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.2[3].



Gambar 2.2 Patch segitiga antenna mikrostrip

Sumber: Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007)

Nilai frekuensi resonansi suatu peradiasi segitiga sama sisi yang dikopel pada TM_{mn} dinyatakan dengan persamaan (Chang, Kai, Inder Bahl, dan Vijay Nai (2002)):

$$f_{r,mn} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r\mu_{off}}} (n^2 + nm + m^2)^{1/2}$$

Dimana :

f_r = Frekuensi resonansi (GHz)

c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

Untuk TM_{10} frekuensi resonansi didefinisikan sebagai berikut:

$$f_{10} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}}$$

Mikrostrip Array

Antena mikrostrip *array* adalah pengembangan dari antenna mikrostrip yang merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Antena mikrostrip *array* dapat berbentuk seri, paralel, atau gabungan keduanya. Antena mikrostrip *array* memiliki *bandwidth* dan *gain* yang lebih besar dari antenna mikrostrip biasa. Ada beberapa macam konfigurasi antenna *array*, yaitu *linear*, *planar*, dan *circular*[5].

PERANCANGAN ANTENA DAN HASIL SIMULASI

Mikrostrip Patch Segitiga

Untuk rancang bangun antenna material yang digunakan adalah substrat Taconic TLY-5-0310-CH/CH dengan ketebalan (h) 0,8 mm, konstanta dielektrikum 2,2 dan loss tangent 0,0001. Untuk merancang saluran transmisi mikrostrip sebagai saluran pencatu dengan model T-junction dilakukan dengan analisis pertama menentukan nilai lebar saluran utama dengan nilai impedansi karakteristik 50 Ohm. Untuk nilai impedansi tersebut digunakan persamaan[3]:

$$Z_0 \text{ (Ohm)} = \frac{[120\pi(\epsilon_{eff})^{-1/2}]}{\frac{w}{h} + 1.393 + 0.667 \ln(1.444 + \frac{w}{h})}$$

dimana memasukan nilai spesifikasi ketebalan dan konstanta dielektrik dengan nilai permitivitas dielektrikum relatif efektif (ϵ_{eff}) dihitung terlebih dahulu melalui persamaan[3]:

$$\epsilon_{eff} = \frac{(\epsilon_r + 1) + (\epsilon_r - 1)}{2} \left[\left(1 + \frac{12h}{w}\right)^{-1/2} + 0.04 \left(1 - \frac{w}{h}\right)^2 \right]$$

Untuk analisis kedua adalah merancang saluran keluaran, dimana pada T-Junction terdapat dua saluran keluaran masing-masing bernilai 100 Ohm. Pada perancangan ini analisis untuk lebar saluran transmisi dengan mengimplementasikan alat bantu perangkat lunak PCAAD (*Personal Aided Antenna Design*) diperoleh lebar saluran adalah 2,46 mm. Sedangkan untuk saluran keluaran dengan nilai impedansi 100 ohm diperoleh lebar saluran sebesar 0,8 mm.

Untuk analisis rancangan patch radiator antenna bentuk segitiga samasisi menggunakan teori *cavity model*. Analisis panjang sisi patch menggunakan perhitungan melalui persamaan[3]:

$$\frac{[120\pi(\epsilon_{eff})^{-1/2}]}{\frac{w}{h} + 1.393 + 0.667 \ln(1.444 + \frac{w}{h})}$$

dengan mode dominan TM_{10} , dimana m

= 1 dan $n = 0$. Untuk frekuensi resonansi (f_r) adalah 2,25 GHz, konstanta dielektrikum substrat (ϵ_r) adalah 2,2 dan kecepatan cahaya (c) adalah 3×10^8 m/s melalui persamaan[3]:

$$\epsilon_{eff} = \frac{(\epsilon_r + 1) + (\epsilon_r - 1)}{2} \left[\left(1 + \frac{12h}{w}\right)^{-1/2} + 0.04 \left(1 - \frac{w}{h}\right)^2 \right]$$

Diperoleh panjang sisi segitiga 59 mm. Panjang sisi yang digunakan adalah panjang sisi efektifnya, dimana panjang sisi yang diperoleh dikurangi dengan pertimbangan adanya efek fringing yang ditimbulkan pada sisi peradiasi. Sehingga dengan menggunakan persamaan[3]:

$$f_{r,mn} = \frac{\lambda_c}{3a\sqrt{\epsilon_r \mu_{eff}}} (n^2 + nm + m^2)^{1/2}$$

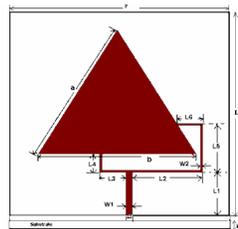
untuk panjang sisi efektif yang digunakan pada perancangan adalah 58,02 mm.

Bentuk perancangan antenna yang terdiri dari sebuah patch radiator dan saluran transmisi dibuat melalui media perangkat lunak MWO (*Microwave Office versi 6.51*). Selanjutnya dilakukan proses simulasi dengan mengaktifkan fungsi-fungsi pengukuran parameter. Hasil akhir dari proses simulasi adalah parameter antenna sesuai dengan yang diharapkan, antara lain: bandwidth < -10 dB, VSWR nilai 1 sampai dengan 2, dan axial ratio < 3 dB. Patch radiator segitiga samasisi dan teknik pencatu adalah T-junction (offset line). Saluran pencatu masukan dengan nilai impedansi 50Ω ($W1=2,46\text{mm}$) dengan terdistribusi dua keluaran masing-masing 100Ω ($W2=0,8$ mm). Untuk dimensi patch segitiga samasisi pada implementasi perangkat lunak MWO panjang sisi a (sisi tegak) adalah 58 mm sama dengan sisi tegak sebelahnya, sedangkan untuk panjang sisi b adalah 59 mm[3].

Tabel Dimensi Ukuran Antena Hasil Perancangan

Simbol	Ukuran (mm)
a	58
b	59
W1	2,46
W2	0,8
L1	17,2
L2	25,8
L3	9,84
L4	7,84
L5	19,6
L6	9,84
P	82
L	82

Sumber: Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007)

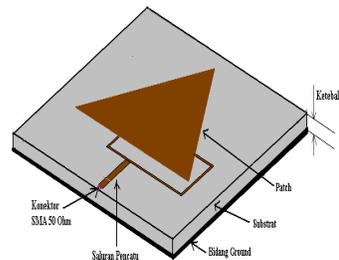


Gambar 3.1 (1) Bentuk dimensi rancangan antenna mikrostrip patch segitiga
 Sumber: Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007)

Panjang saluran transmisi pencatu 50 Ohm adalah 17,22 mm (L1), sedangkan posisi *fed loci* saluran keluar terhadap patch segitiga masing-masing adalah 25,83 mm (L2) dan 9,84 mm (L2). Untuk dimensi antenna, luas media substrat yang digunakan adalah 82 mm x 82 mm (P xL) [3].

Pada gambar 3.1 (2) bentuk struktur dari rancangan antenna mikrostrip, dimana model saluran pencatu dan patch segitiga dibuat pada lapisan atas sebuah material subtrate Taconic TLY-5-0310-CH/CH dengan ketebalan 0,8 mm. Untuk lapisan bawah dibuat sebagai bidang ground, di mana lapisan konduktor tidak dihilangkan. Untuk saluran catu (*fed line*) dihubungkan dengan implementasi sebuah SMA Connector 50Ω yang terintegrasi pada kabel koaksial

sumber 50Ω. Keluaran saluran dihubungkan pada sisi patch peradiasi berbentuk segitiga [3].



Gambar 3.1 (2) Struktur Rancangan Antena Mikrostrip Patch Segitiga
 Sumber: Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007)

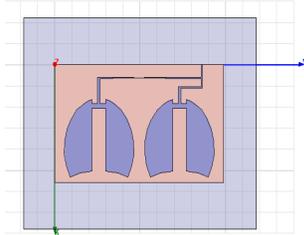
Mikrostrip Array

Hal yang penting dalam mendesain sebuah Antena *Microstrip Array* adalah sebagai berikut [5]:

- Jarak antar elemen *microstrip*. Jarak antar elemen dipilih yaitu sebesar $\lambda/8$. Jarak tersebut dipilih karena untuk mengurangi efek dari *grating lobe*.
- Panjang *feeder* yang dipilih adalah $\lambda/4$ dan $\lambda/2$.
- Konfigurasi *Feeder Array* yang digunakan adalah *parallel feed array*. Konfigurasi ini menggunakan *power splitter* yang berfungsi membagi daya untuk impedansi 50 Ω pada *feeder*.
- Lebar *feeder* antara elemen adalah 0.68 mm. Lebar *feeder* untuk Antena *Microstrip Array* adalah 3mm. Kedua lebar *feeder* ini diperoleh dari *software* PCAAD 5.

Dengan asumsi awal penggunaan konfigurasi $\lambda/4$ *impedance transformer lines* yang menyesuaikan impedansi *feeder* elemen 100 Ω dengan *feeder* antenna 50 Ω, dilakukan perancangan desain dengan merujuk pada *software*

PCAAD. Berdasarkan software tersebut, diperoleh lebar *feeder* elemen = 0.68 mm dan lebar *feeder* antenna = 3 mm. Panjang *feeder* elemen adalah $\lambda/8 = 31.25$ mm. Dari hasil perhitungan diperoleh gambar seperti pada Gambar 3.2[5].



Gambar 3.2 Mikrostrip Array
 Sumber: Asmi Pratiwi, Andi dan Nadhifah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Antena Mikrostrip Patch Segitiga

Hasil dari proses simulasi terhadap rancangan antenna dengan menggunakan perangkat lunak *Microwave Office*, antara lain : Bandwith frekuensi operasi, Axial ratio dan Gain. Bandwidth adalah lebar daerah operasi frekuensi dari spektrum radio, untuk daerah *narrowband* diperoleh melalui persamaan[3]:

$$f_{r,mm} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r \mu_{eff}}} (n^2 + nm + m^2)^{1/2}$$

$$BW = \frac{f_h - f_l}{f_r} \times 100\%$$

Seperti terlihat pada gambar 4.1(1), lebar daerah pita frekuensi dibatasi pada return loss maksimum -10 dB. Pada returnloss -10 dB rentang frekuensi diperoleh antara 2,19 GHz sampai dengan 2,30 GHz dengan frekuensi resonansi atau center di 2,253 GHz. Untuk hasil bandwidth yang diperoleh dengan menggunakan persamaan diatas adalah 5%. Untuk nilai koefisien refleksi untuk beban *matching impedance* terhadap saluran transmisi dengan antenna diperoleh

melalui persamaan: $Returnloss(dB) = 20 \log |\Gamma|$

Diperoleh nilai koefisien refleksi adalah 0,05. Untuk nilai VSWR dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan[3]:

$$VSWR = \frac{1+r}{1-r}$$

Dalam decibel dinyatakan dengan persamaan:

$$VSWR_{dB} = 20 \log \frac{1+r}{1-r}$$

Untuk batas VSWR antara 1 sampai dengan 2, pada hasil perancangan melalui simulasi diperoleh hasil seperti pada gambar 4.1 (2). Pada gambar 4.1 (2) batas terendah nilai VSWR yang diperoleh adalah 0,8 dB. Sehingga dengan menggunakan persamaan[3]:

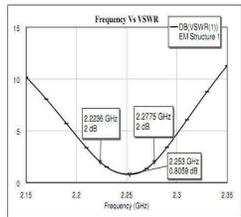
$$VSWR_{(dB)} = 20 \log \frac{1+r}{1-r}$$

Diperoleh untuk nilai VSWR terendah adalah 1 . Karakteristik polarisasi lingkaran yang diradiasikan antenna ditentukan oleh parameter nilai axial ratio. Nilai axial ratio hasil simulasi menunjukkan dimana batas toleransi yang dianggap lingkaran adalah dibawah 3 dB. Nilai Axial Ratio diperoleh melalui persamaan (Kraus, John D.,1988): $AR = 20 \log \frac{E_x}{E_y}$

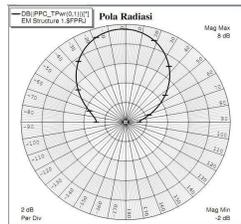
Dimana E adalah arah medan listrik yang merambat terhadap sumbu x dan y. Hasil dari simulasi nilai axial ratio dengan polarisasi lingkaran diperoleh saat minimum pada 0,08 dB resonansi di frekuensi 2,253 GHz dengan nilai axial ratio adalah 1.

Pola radiasi dari pancaran gelombang elektromagnetik hasil simulasi merupakan bentuk dari polarisasi lingkaran. Gambar 4.1(3) memperlihatkan polaradiasi pada tingkatan skala 2dB/div dengan lebar beamwidth 55°. Maksimum total power radiasi yang dihasilkan adalah 7 dB dengan arah phase ke kiri 2 derajat,

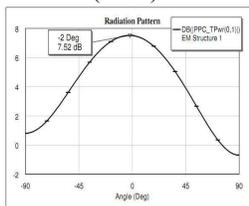
seperti yang terlihat pada gambar 4.1(4). Sehingga gain antenna yang dihasilkan senilai dengan total power radiasi yang terukur maksimum dari *directivity* pada radiation pattern yaitu 7,5 dB dimana *E* adalah arah medan listrik yang merambat terhadap sumbu x dan y. Hasil dari simulasi nilai axial ratio dengan polarisasi lingkaran diperoleh saat minimum pada 0,08 dB. Resonansi di frekuensi 2,253 GHz dengan nilai axial ratio adalah 1[3].



Gambar 4.1 (2) Frekuensi (GHz) terhadap VSWR
 Sumber: Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007)



Gambar 4.1 (3) Pola radiasi hasil simulasi
 Sumber: Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007)

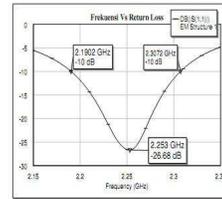


Gambar 4.1 (4) Radiaton pattern antenna simulasi
 Sumber: Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007)

Antena Mikrostrip Array

Secara umum, dalam perancangan antenna ini, unjuk kerja antenna hasil simulasi ditinjau dari 4 parameter, antara lain:

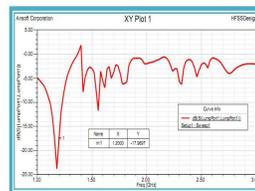
- Koefisien Refleksi (S11)



Gambar 4.1 (1) Frekuensi (GHz) terhadap return loss (dB)
 Sumber: Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007)

- Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)
- Pola Radiasi, dan
- Axial Ratio (AR)

Nilai S11 dan VSWR menunjukkan kemampuan antenna yang dirancang mampu bekerja pada frekuensi yang diinginkan, sedangkan nilai axial ratio (AR) menunjukkan kemampuan antenna memiliki polarisasi melingkar. Antena dianggap bekerja dengan baik pada frekuensi tertentu jika S11 menunjukkan nilai di bawah -10 dB dan VSWR di bawah 2. Sementara, karakteristik polarisasi melingkar dari antenna dapat diketahui dari unjuk kerja dengan nilai *axial ratio* ≤ 3 dB. Dengan desain akhir perancangan antenna seperti Gambar 4.2, diperoleh hasil simulasi karakteristik dan unjuk kerja antenna sebagai berikut[5]:
 Koefisien Refleksi (s11)

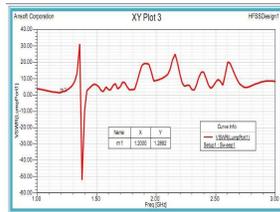


Gambar 4.2 (1) Plot S11 Simulasi hasil akhir Antena Lungs Mikrostrip Array
 Sumber: Asmi Pratiwi, Andi dan Nadhifah

Gambar 4.2(1) menunjukkan hasil simulasi akhir dari antenna Mikrostrip Array yang merupakan hasil modifikasi bentuk patch. Dapat diperhatikan

bahwa koefisien refleksi (S11) sesuai dengan hasil yang diharapkan. Dengan acuan -10 dB, antenna ini bekerja pada frekuensi 1.2 GHz dengan lebar pita 1.12 GHz hingga 1.24 GHz[5].

Voltage Standing Ratio Wave (VSWR)



Gambar 4.2 (2) Plot VSWR simulasi akhir antenna lungs mikrostrip array
 Sumber: Asmi Pratiwi, Andi dan Nadhifah

Nilai VSWR yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 (2) menunjukkan unjuk kerja yang memenuhi standar antenna bekerja dengan baik pada frekuensi 1.2 GHz dengan nilai ≤ 2 [5].

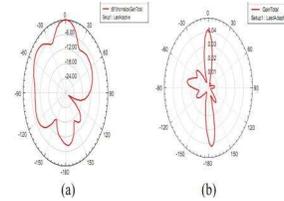
1. Pola Radiasi
 Pada Gambar 4.2 (3) diperlihatkan pola radiasi dari dimensi akhir Antena *Lungs Microstrip Array*. Pada bidang azimuth, pola radiasinya berbentuk lingkaran dan pada bidang elevation pola radiasinya berbentuk angka 8 sehingga disebut pola radiasi omni directional.

Pada bidang Azimutal, di sudut 0° nilai gain ternormalisasi adalah 0 dB dan pada sudut 90° nilai gain ternormalisasi adalah -12.774 dB. Sedangkan pada bidang Elevation, di sudut 0° nilai gain ternormalisasi adalah 0.087 dB dan pada sudut 90° nilai gain ternormalisasi adalah -7.949 dB.

Pola radiasi dalam dua dimensi ditunjukkan pada gambar 4.2 (3)a dan 4.2 (3)b dan dalam 3 dimensi ditunjukkan pada gambar 4.2 (4)[5].

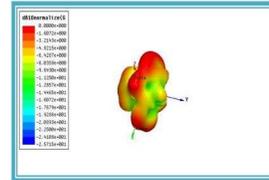
KESIMPULAN

Analisis serta simulasi Antena Microstrip Array dan Patch Segitiga



4.2 (3) Pola radiasi dua dimensi Antena Lungs Microstrip Array (a) Medan Listrik (b) Medan Magnet

Sumber: Asmi Pratiwi, Andi dan Nadhifah

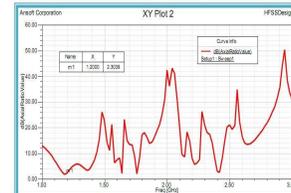


4.2 (4) Radiasi tiga dimensi untuk Antena Microstrip Array

Sumber: Asmi Pratiwi, Andi dan Nadhifah

Pada Gambar 4.2 (4) menunjukkan pola radiasi 3 dimensi. Pancaran pola radiasi maksimum berwarna merah, sedangkan pancaran pola radiasi minimum berwarna biru.

Axial Ratio (AR)



Gambar 4.2 (5) Plot AR simulasi akhir Antena Lungs Microstrip Array

Sumber: Asmi Pratiwi, Andi dan Nadhifah

Axial ratio pada plot di atas menentukan performansi polarisasi melingkar dan antenna hasil perancangan pada frekuensi 1.2 GHz[5].

diperoleh dari penelitian serta jurnal narasumber, dapat disimpulkan bahwa antenna Patch Segitiga lebih baik jika digunakan pada aplikasi GPS

dibandingkan dengan antena Mikrostrip Array, karena antena Patch Segitiga menghasilkan gain 7.5 dB, dan axial ratio 1 dB dimana parameter tersebut sesuai dengan parameter yang telah ditargetkan.

DAFTAR PUSTAKA

B.W Parkinson, (1996), Global Positioning System: Theory and Lingkungan Untuk Aplikasi GPS Pada Satelit Mikro LAPAN-TUBSAT
Pratama, Irfandella (2008), Rancang Bangun Antena Mikrostrip Untuk Penerima Pada Aplikasi GPS.
Pratiwi, A. Asmi dan Nadhifah (2011), Rancang Bangun Antena Lungs

Applications, chap. 1: Introduction and Heritage of NAVSTAR, the Global Positioning System. pp. 3-28, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Washington, D.C
Chang, Kai, Inder Bahl, dan Vijay Nair (2002), *RF and Microwave Circuit and Component Design for Wireless System*, John Wiley & Son.
Darsono, M., Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segitiga Polarisasi Mikrostrip Array Untuk Aplikasi GPS dan LTE.
Polarised Equilateral Tringular Patch Microstrip Antenna for Quasi- Zenith Satellite, " *Proceeding 10th Int'l QIR 4-6 Dec 2007.*] Darsono, M., dan Eko T. Rahardjo (2007), "Circularly