

DESAIN DAN ANALISA ANTENNA MICROSTRIP RECTANGULAR PATCH PADA ADS-B MENGGUNAKAN SOFTWARE CST2018

Mochammad Rifai¹, Achmad Nadzar Haq¹, Setiyo², Supriyanto¹

¹Politeknik Penerbangan Surabaya

²Politeknik Penerbangan Palembang

E-mail: m.rifai@poltekbangsby.ac.id. Tlp 081335686289

Abstrak

Antena mikrostrip adalah antena yang banyak dikembangkan dalam berbagai aplikasi karena bebannya yang ringan, mudah disesuaikan bentuknya dan biayanya yang rendah. Perancangan antena umumnya menggunakan software CST 2018. Software ini mampu mensimulasikan proses desain antena dengan dimensi dan bentuk yang fleksibel beserta pengukuran parameter antena dengan tepat. Penelitian ini bertujuan menguji perancangan antena mikrostrip berbentuk rectangular patch pada frekuensi kerja 1090 MHz untuk perangkat ADS-B receiver menggunakan software CST2018 dengan parameter bandwidth, frekuensi kerja, VSWR, dan gain. Hasil simulasi menunjukkan parameter return loss, bandwidth, VSWR, dan gain memenuhi ketentuan dan spesifikasi ADS-B receiver.

Kata kunci: CST2018; Mikrostrip; ADS-B

PENDAHULUAN

Antena adalah suatu komponen yang digunakan untuk mengirimkan dan/ atau menerima gelombang radio atau gelombang elektromagnetik dari dan ke udara bebas (Balanis, 1997). Antena mikrostrip merupakan suatu konduktor metal (patch) yang menempel di atas ground plane yang diantaranya terdapat bahan dielektrik (Chandra ade, 2012). Antena antena mikrostrip rectangular patch baik beroperasi pada frekuensi mulai 176 MHz sampai dengan frekuensi 1090 MHz.. (Bambang, 2018).

Perancangan Antena Monopole untuk Peralatan Receiver ADS-B dengan frekuensi 1090 MHz telah berhasil dilaksanakan (Feti Fatonah, Djoni Slamet Hardjono, I. Gede Made, Oktober 2016) Sedangkan penggunaan antena Mikrostrip *meander-Line* untuk Komunikasi D2D pada frekuensi 176 Mhz juga telah dilaksanakan (Hariyanto, Warsito, Suprpto, & Puspita, Oktober2018). Desain Antena Mikrostrip *Rectangular Patch* pada frekuensi 1575,42 MHz untuk Perangkat GPS *Receiver* telah dilaksanakan dengan hasil sesuai dengan spesifikasi GPS (Firmansyah, Purnomo, Fatonah, & Nugroho, November 2015). Analisis Pengaruh T-Shaped

Slot Terhadap Kualitas Parameter Antena Mikrostrip dalam eksperimentasi antenna menggunakan software Computer Simulation technology (CST) dan Advanced Design System (ADS) mampu mensimulasikan perancangan antenna dengan baik. (Nugraha ,2017)

METODE

Dalam perancangan antenna mikrostrip rectangular patch perlu ditentukan terlebih dahulu frekuensi kerja (f_r) dan bahan substrate yang akan digunakan sehingga didapatkan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r). Komponen tersebut digunakan untuk menghitung lebar (W) dari patch yang akan dibuat dengan persamaan (Balanis, 1997).

$$W = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \tag{2.1}$$

Keterangan :

W = Lebar *patch* (mm)

f_r = Frekuensi resonansi (Hz)

ϵ_r = Konstanta dielektrik relatif

c = Kecepatan cahaya (m/s)

Sedangkan untuk menghitung panjang *patch* (L) digunakan persamaan

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \tag{2.2}$$

Dimana :

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{2.3}$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}}{2} \tag{2.4}$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) (\frac{W}{h} + 0,264)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) (\frac{W}{h} + 0,8)} \tag{2.5}$$

Keterangan :

L = Panjang *patch* (mm)

L_{eff} = Panjang *patch* efektif (mm)

ΔL = Panjang *patch* yang dapat ditambahkan

h = Ketebalan *substrate* (mm)

ϵ_r = Konstanta dielektrik relatif

ϵ_{reff} = Konstanta dielektrik relatif efektif

Beberapa parameter utama yang digunakan pada pengukuran dan pengujian antenna mikrostrip; a) penguatan (*Gain*) Antena (Balanis, 1997), b) VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) (Keshtkar dkk., 2012), c) *Return Loss*, d) *Bandwidth* Antena, d) pola Radiasi.

Antenna diharapkan mampu bekerja baik pada rentang frekuensi 1090 MHz, sesuai daerah kerja ADS-B. Frekuensi kerja tersebut selanjutnya digunakan dalam menentukan parameter-parameter lainnya seperti panjang gelombang, ukuran patch, dan lebar saluran pencatu. Pada rentang frekuensi kerja tersebut diharapkan antenna memiliki parameter $VSWR \leq 1,5$ atau $return\ loss \leq -95,4\text{ dB}$ dengan $bandwidth \geq 50\text{ MHz}$ dan memiliki impedansi sebesar $50\ \Omega$.

Jenis substrat yang dipilih dalam perancangan antenna mikrostrip ini adalah FR4-Epoxy dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi substrat yang digunakan

Jenis Substrat	FR4-Epoxy (Fiber)
Konstanta dielektrik relatif (ϵ_r)	4.3
Dielektrik <i>Loss tangent</i> ($\tan \delta$)	0.02
Ketebalan Substrat ($h_1 - h_2$)	1.6 mm

Antenna mikrostrip dirancang menggunakan frekuensi kerja ADS-B 1090 MHz. dengan lebar *patch* yang akan dibuat sebagai berikut :

$$W = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \tag{1}$$

Jika diketahui $f_r = 1090\text{ MHz}$, $\epsilon_r = 4.3$, kecepatan cahaya (c) = 3.10^8 maka :

$$\begin{aligned} W &= \frac{3.10^8}{2.1090.10^6 \sqrt{\frac{4,3 + 1}{2}}} = \frac{3.10^8}{2.1090.10^6 \cdot 1,627} \\ &= \frac{3.10^8}{3546.86.10^6\text{Hz}} = 0,08458\text{ m} = 84,58\text{ mm} \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk menghitung nilai L diperlukan nilai *efektif dielektrik* konstan (ϵ_{reff}), *Effective Length* (L_{eff}) dan *Length Extension* (ΔL).

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} \tag{3}$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2}}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}} \tag{4}$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \tag{5}$$

Dari (2.3), (2.4) dan (2.5) maka didapatkan nilai $\epsilon_{\text{reff}} = 4,221$ $L_{\text{eff}} = 66,99 \text{ mm}$ dan $\Delta L = 0,7445 \text{ mm}$ sehingga panjang dari *patch* (L) adalah :

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

$$\begin{aligned} L &= 66,99 - 2 \times 0,7445 \\ &= 66,99 - 1,489 \\ &= 65,501 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perancangan dimensi *groundplane*

Panjang *groundplane*

$$Lg = 2 \times L \quad (7)$$

Lebar *groundplane*

$$Wg = 2 \times W \quad (8)$$

Dari persamaan (2.6) dan (2.7) maka didapatkan nilai $Lg = 131,002 \text{ mm}$ dan $Wg = 169,16 \text{ mm}$

Perancangan dimensi saluran pencatu

Saluran pencatu yang digunakan dalam perancangan sebaiknya mempunyai atau mendekati impedansi masukan sebesar 50Ω . Untuk mendapatkan karakteristik impedansi saluran pencatu sebesar 50Ω maka diperlukan perhitungan dimensi saluran pencatu sebagai berikut :

- Panjang saluran pencatu

$$Fi = \frac{6h}{2}$$

$$Fi = \frac{6 \times 1,6}{2}$$

$$Fi = 4,8 \text{ mm}$$

- Lebar saluran pencatu

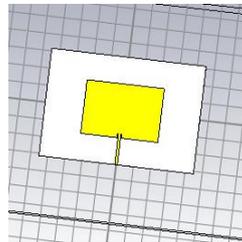
Lebar pencatu diperoleh dari hasil perhitungan dengan *software ADS 2011* untuk mendapatkan impedansi masukan sebesar 50Ω . Hasilnya didapatkan lebar saluran pencatu sebesar $3,137 \text{ mm}$ untuk frekuensi 1090 MHz .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perhitungan ukuran antenna mikrostrip yang akan dibuat, selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan aplikasi simulasi antenna untuk mengetahui hasil rancangan sementara antenna mikrostrip tersebut.

Tabel 2. Spesifikasi rancangan antenna

No.	Bagian	Simbol	Spesifikasi
1.	Lebar <i>Patch</i>	W	84,58 mm
2.	Panjang <i>Patch</i>	L	68,31 mm
3.	Lebar saluran pencatu	Wf	3,137 mm
4.	Panjang groundplane	Lg	136,62 mm
5.	Lebar groundplane	Wg	169,16 mm



Gambar 1. Desain Antena *Microstrip Rectangular Patch* di CST

Gambar 1 adalah desain antenna dari software simulasi antenna CST. Dari rancangan desain awal diujicobakan untuk mendapatkan parameter yang optimal. Hasil uji sebagaimana table berikut

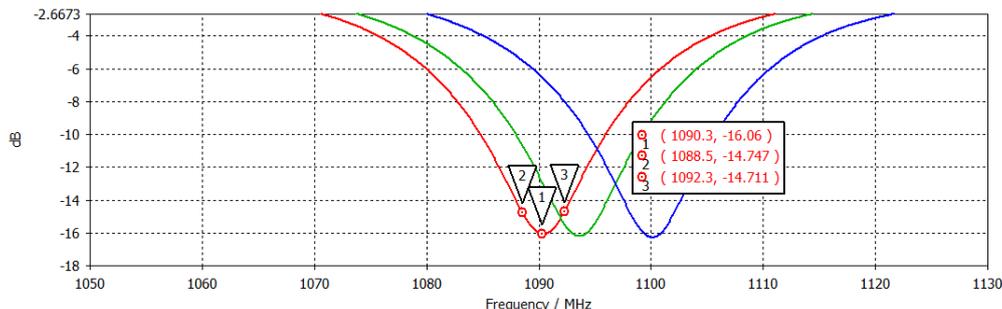
Tabel 3 Dimensi Optimasi *Rectangular Patch* pada CST.

Panjang <i>Patch</i>	Lebar <i>Patch</i>	Return Loss (dB)	Frekuensi (Mhz)
62.423	90	-16,264	1100
62.802	90	-16,199	1093
62.993	90	-16,033	1090

Setelah dilakukan pengujian pada parameter antenna menggunakan software CST didapatkan hasil pengujian parameter sebagai berikut

a) Nilai *Return Loss*

Gambar 2 menunjukkan nilai *return loss* yang dihasilkan setelah dilakukan pergeseran frekuensi menggunakan CST. Pada m1 frekuensi 1090 Mhz sebesar -, pada -16.06 dB m2 frekuensi 1088 Mhz sebesar -14.747 dB, pada m3 frekuensi 1092 Mhz sebesar -14.711 dB.

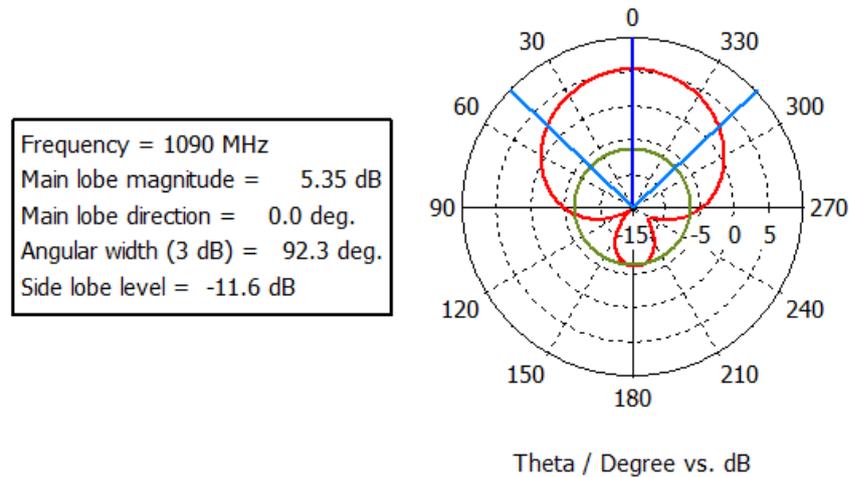


Gambar 2. Nilai Return Loss pada CST

Dari simulasi yang dilakukan menggunakan simulator CST dapat diambil kesimpulan bahwa optimasi yang dilakukan pada antenna *Rectangular Patch* sudah memenuhi syarat spesifikasi nilai Return Loss yakni ≤ 10 dB terhadap frekuensi kerja 1090 Mhz.

b) Nilai *Gain*

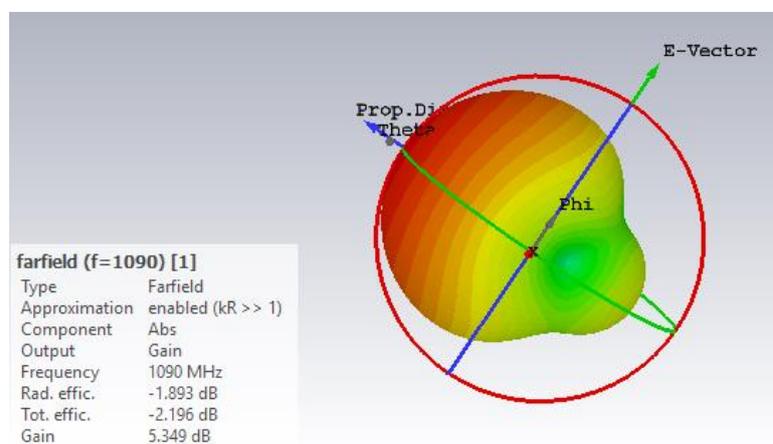
Nilai *Gain* yang dihasilkan setelah dilakukan optimasi menggunakan CST ditunjukkan pada gambar 3. pada frekuensi kerja 1090 Mhz, nilai gain yang didapat adalah sebesar 5.35 dB



Gambar 3. Nilai *Gain* pada CST

c) Nilai Pola Radiasi

Gambar 4 menunjukkan bentuk pancaran sinyal dari antenna *rectangular patch* yakni *unidirectionall* pada simulasi CST. Bentuk pancaran sinyal menuju ke satu arah. Dan memiliki *Gain* antenna sebesar 5.35 dB.

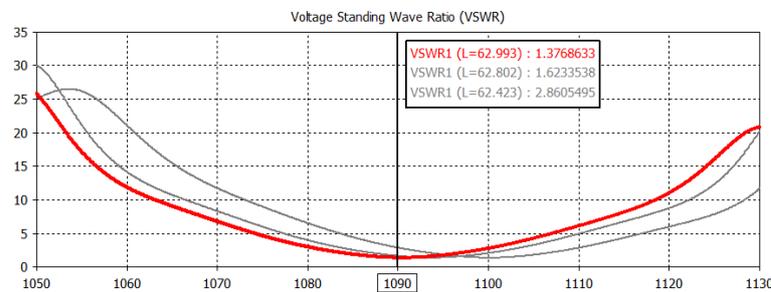


Gambar 4 Pola Radiasi pada simulasi CST

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan pada simulator CST dapat diambil kesimpulan bahwa optimasi yang dilakukan pada antenna single patch rectangular tidak mengubah bentuk pancaran dari antenna.

d) Nilai VSWR

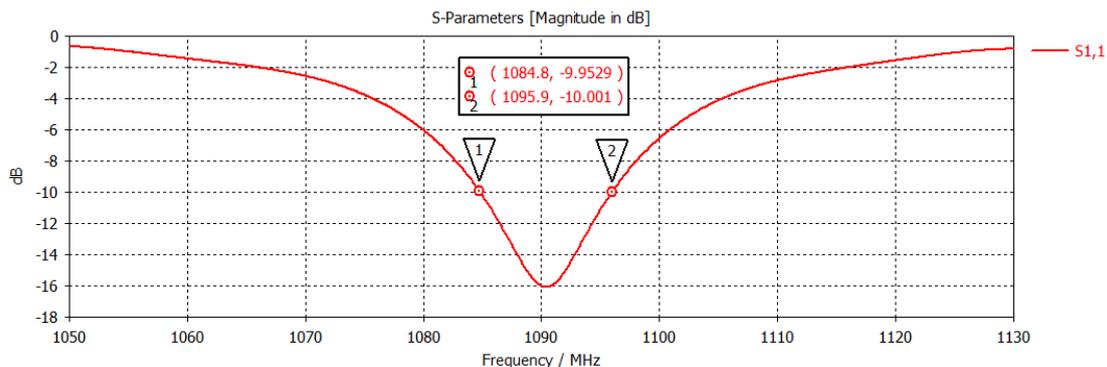
Pada Gambar 4.9 menunjukkan hasil yang didapat untuk parameter VSWR menggunakan CST. Pada frekuensi rendah 1090 MHz menghasilkan nilai VSWR sebesar 1,376.



Gambar 5. Nilai VSWR pada CST

e) Nilai Bandwidth

Untuk menentukan bandwidth dari antenna, dapat dihitung dari nilai return loss dibawah -10 dB. Sehingga, bandwidth dari Antenna *Microstrip Rectangular Patch* yang disimulasikan dengan menggunakan software CST menunjukkan nilai sebesar 11 Mhz.



Pengaplikasian Antenna *Microstrip Rectangular Patch* i dapat digunakan sebagai alternatif untuk antenna ADS-B. automatic dependent surveillance – broadcast yang merupakan sebuah sistem pemantauan (surveillance) penerbangan nir radar.

Tabel 4 Spesifikasi Antenna ADS-B

NO	Parameter	ADS-B	CST	Keterangan
1	VSWR	<1.5	1.376	Memenuhi
2	Gain	>3 dB	5.35 dB	Memenuhi
3	Return Loss	< -9 dB	-16.033 dB	Memenuhi

Parameter VSWR Antenna *Microstrip Rectangular Patch* dengan desain dan analisa menggunakan CST studio 2018 memenuhi spesifikasi antenna ADS-B. Parameter Return loss

Antena *Microstrip Rectangular Patch* dengan desain dan analisa menggunakan CST studio 2018 adalah -16.033 dB dan memenuhi spesifikasi antenna ADS-B. Parameter Gain Antena *Microstrip Rectangular Patch* dengan desain dan analisa menggunakan CST studio 2018 memenuhi spesifikasi antenna ADS-B.

SIMPULAN

Rancangan antena *Microstrip Rectangular Patch* ini, dapat digunakan pada ADS-B karena frekuensi kerja yang sudah memenuhi syarat yaitu 1090 MHz dimana ADS-B sendiri bekerja pada frekuensi kerja tersebut. Nilai VSWR 1.367, gain 5.35 dB dan return loss -16.033 sudah memenuhi batas yang diijinkan pada frekuensi kerja 1090 Mhz yakni $VSWR \leq 2$, gain $>3dB$ dan return loss $<-9dB$.

DAFTAR RUJUKAN

- Agilent Technologies. 2011. *Advance Design System : Circuit Design Cookbook versi 2.0*.
- Balanis, Constantine A. 1997. *Antenna Theory : Analysis and design 2nd ed*. Canada : John Wiley & Sons, INC.
- Bhartia, Ramesh dkk. 2001. *Microstrip Antenna Design Handbook*. London : Artech House.
- Feti Fatonah, Djoni Slamet Hardjono, I. Gede Made. (2016). ancangan Antena Monopole Peralatan Receiver Automatic Dependent Surveillance. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru Vol. 9 No 3*, 43-58.
- Firmansyah, T., Purnomo, S., Fatonah, F., & Nugroho, T. F. (2015). Antena Mikrostrip Rectangular Patch 1575,42 MHz dengan Polarisasi Circular untuk Receiver GPS. *JNTETI, Vol. 4, No. 4, .*
- Hariyanto, B. B., Warsito, T., Suprpto, Y., & Puspita, R. D. (2018). Desain Dan Fabrikasi Antena Mikrostrip Meander-Line Pada Frekuensi VHF (Very High Frequency) Untuk Komunikasi D2d. *Approach: Jurnal Teknologi Penerbangan*, 29-34.
- James Roderick. 1989. *Handbook of Microstrip Antennas*. London : Peter Peregrinus Ltd.
- Rusli, Zulfajri Basri, Merna. *Desain Antena Mikrostrip untuk Aplikasi Ground Penetrating Radar*. Merauke : Universitas Musamus.
- Zulkifli, Fitri Yuli. 2008. Studi tentang antena mikrostrip dengan defected ground stucture (DGS). Depok : Universitas Indonesia.
- Tabloid Aviasi, "Mengenal ADS-B Pengganti Radar", diakses dari <http://tabloidaviasi.com/iptek/mengenal-ads-b-penggantiradar/>, pada tanggal 17 Maret 2019 pukul 16.30.
- Aries Martono, "Third Meeting of Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Study and Implementation Task Force (ADS-B SITF/3)", diakses dari <http://Indonesiaicao.org/news.html>, pada tanggal 17 Maret 2019 pukul 15.00