

## PERHITUNGAN AKURAT *INSET-FED* PADA ANTENNA MICROSTRIP *RECTANGULAR PATCH*

Sulwan Dase<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

This paper aims to research and find a formula for calculating the position of the **inset-fed** ( $y_0$ ) feed point more accurately on a rectangular patch microstrip antenna. This study developed the Ramesh formula to produce more accurate calculations. The developed formula was tested on rectangular patch microstrip antennas with different frequencies. The microstrip line gap with the patch was determined to be 1 mm. The antenna material uses FR4 Epoxy with a relative permittivity,  $\epsilon_r = 4,4$ , thickness  $h=1.6$  mm. The length and width of the microstrip line are calculated according to the previously known formula. Here we will compare the simulation results using the Ramesh formula with the antenna using the Ramesh development formula. From the research, it is known that the Ramesh formula will be accurate when multiplied by a certain number which I call the correction factor number of  $s = 0.83477$ . The simulation results show that the calculation becomes more accurate when the Ramesh equation is multiplied by the correction factor  $s$ . The simulation results also show that the proposed antenna design has good antenna bandwidth (BW) efficiency, radiation efficiency, directivity and gain.

**Keywords:** *Antenna, microstrip, Inset-Fed, rectangular patch.*

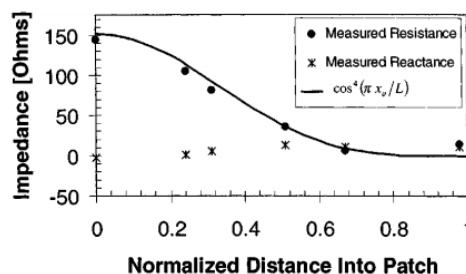
### 1. PENDAHULUAN

Telah diketahui beberapa metode untuk mengumpani sebuah antenna microstrip *rectangular patch*, baik secara *contacting* maupun *non-contacting* [1][2]. Pengumpanan secara *contacting* diantaranya yaitu: (a) pengumpanan di tepi *patch* antenna (*end fed*), (b) pengumpanan dengan *coaxial-fed*, (c) pengumpanan dengan *inset-fed*.

Metode pengumpanan *Inset-fed*, adalah salah satu metode pengumpanan antenna microstrip yang terus dikembangkan karena tidak dibutuhkan rangkaian penyesuai impedansi antara antenna dan saluran transisi. Dengan tiadanya rangkaian penyesuai impedansi, maka kita dapat mengurangi rugi-rugi ohmik serta rugi-rugi radiasi yang di bangkitkan dari persambungan pada rangkaian penyesuai impedansi.

Sejauh ini belum ada formula perhitungan yang paling akurat. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mencari metode perhitungan yang lebih akurat agar disetiap desain antenna microstrip *rectangular patch*, posisi titik umpan di *patch* antenna benar-benar 50 ohm atau mendekati nilai tersebut.

Tahun 2001, Basilio dkk.[3] melaporkan hasil penelitiannya sebagai berikut: "*penyelidikan eksperimental telah menunjukkan bahwa ketergantungan resistansi input akan berbeda untuk posisi titik umpan Inset-Fed yang berbeda pada patch antenna yang di umpan dengan saluran mikrostrip*". Resistansi resonansi input antenna microstrip *rectangular patch*, mengecil secara proporsional bila posisi titik umpan makin mendekati ke tengah *patch*. Gambar 1, memperlihatkan grafik hasil penelitian Basilio dkk, dimana nilai impedansi input antenna berubah terhadap jarak inset-fed di hitung dari tepi *patch* antenna.



Gambar 1. Impedansi terukur dari tepi *patch* yang diberi saluran mikrostrip versus jarak inset fed. (sumber: [3]).

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Sulwan Dase, Telp 082193552238, [sulwandase@poliupg.ac.id](mailto:sulwandase@poliupg.ac.id)

Ying Hu [4], melaporkan pula bahwa “hasil simulasi menunjukkan ketergantungan resistansi resonansi masukan pada posisi titik Inset-Fed pada antenna microstrip rectangular patch”. Ying Hu juga melaporkan bawah rangkaian penyesuai impedansi yang lebih sempit frekuensi kerjanya akan lebih mudah untuk diatur kesesuaian impedansi antara saluran transmisi dengan impedansi antenna.

Penelitian Matin dkk [5] tentang metode pegumpanan Inset-Fed menyimpulkan bahwa “penyesuai impedansi yang lebih sempit (notch) frekuensi kerjanya menghasilkan penyesuaian impedansi yang lebih baik. Ditemukan bahwa formula yang diusulkan bekerja dengan baik dengan deviasi maksimum 0,2% dari simulasi”.

Derneryd dan Carver [6 – 8] merumuskan sebuah persamaan untuk menghitung jarak titik pengumpanan ( $y_o$ ) pada Inset Fed sebagai berikut:

$$R_{in}(y = y_o) = \frac{1}{2(G_1 \pm G_{12})} \cos^2\left(\frac{\pi}{L} y_o\right) = R_{in}(y = 0) \cos^2\left(\frac{\pi}{L} y_o\right) \tag{1}$$

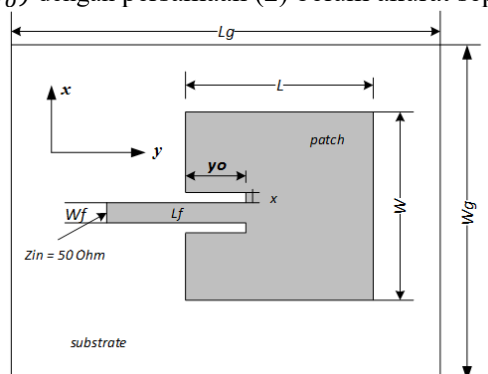
Bila  $R_{in}$  diketahui atau ditetapkan sebelumnya, maka  $y_o$  dapat dihitung.

Ramesh [9 – 10] merumuskan sebuah persamaan untuk menghitung jarak ( $y_o$ ) dari tepi patch sebagai berikut,

$$y_o = \frac{L}{2} \times 10^{-4} (0.001699 \epsilon_r^7 + 0.13761 \epsilon_r^6 - 6.1783 \epsilon_r^5 + 93.187 \epsilon_r^4 - 682.69 \epsilon_r^3 + 2561.9 \epsilon_r^2 - 4043 \epsilon_r + 6697) \tag{2}$$

dimana  $L$  adalah panjang antenna microstrip dan  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik substrat.

Secara matematis, persamaan Ramesh lebih mudah di hitung dibandingkan persamaan (1) diatas. Namun hasil perhitungan posisi ( $y_o$ ) dengan persamaan (2) belum akurat seperti yang diharapkan.



Gambar 2. Konstruksi antenna microstrip dengan pengumpanan Inset-fed.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat eksperimental. Rumus Ramesh pada persmaan (2) akan digunakan sebagai dasar untuk menghitung jarak ( $y_o$ ). Dalam percobaan, akan di desain tiga buah antenna microstrip rectangular patch dengan frekuensi berbeda yaitu: 1,8 GHz, 2,1 GHz dan 2,3 GHz.

Tahap pertama adalah menghitung  $y_o$  menurut persamaan Ramesh. Tahap kedua, melakukan simulasi. Tahap ketiga, mengubah jarak  $y_o$  secara bertahap sehingga diperoleh sebuah hasil yang maksimum yaitu nilai SWR antenna mendekati 1.0 dan return loss ( $S_{11}$ ) terendah. Jarak hasil percobaan ( $y_o'$ ) dibandingkan terhadap jarak  $y_o$  menurut persamaan Ramesh. Dengan demikian akan diperoleh sebuah bilangan yang menjadi faktor koreksi “s” terhadap persamaan Ramesh.

Selanjutnya, bilangan faktor koreksi “s” diuji coba. Proses uji coba sebagai berikut: (1) didesain tiga antenna microstrip rectangular patch yang bekerja pada frekuensi 1,8 GHz, 2,1 GHz dan 2,3 GHz dengan jarak  $y_o$  mengikuti persamaan Ramesh, kemudian (2) didesain pula tiga antenna dengan frekuensi yang sama, tetapi jarak  $y_o'$  menggunakan persamaan Ramesh yang telah dikoreksi. Selanjutnya dilakukan simulasi dan dibandingkan hasilnya.

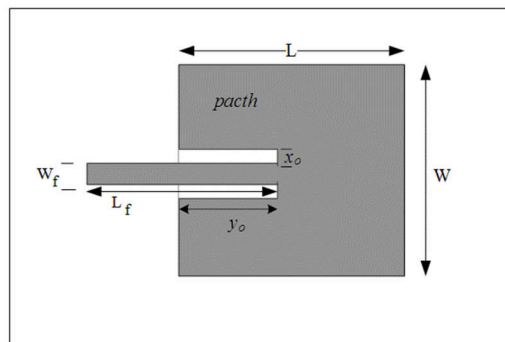
Pada pecobaan ini, celah ( $x_o$ ) antara saluran microstrip (microstrip line) dengan patch antenna ditetapkan mulai dari 1 mm, 1,5 mm, 2 mm dan 2,5 mm. Bahan antenna adalah PCB Epoxy FR4 dengan ketebalan  $h = 1.6$  mm dan  $\epsilon_r = 4,4$ .

Melalui beberapa kali percobaan yang telah dikerjakan pada penelitian awal, diperoleh kesimpulan bahwa perhitungan  $y_o$  pada formula Ramesh menjadi lebih akurat bila persamaan Ramesh dikalikan dengan sebuah faktor koreksi sebesar  $s = 0,83477$ , sedemikian sehingga persamaan (2) menjadi,

$$y'_o = (s) \frac{L}{2} \times 10^{-4} (0.001699\epsilon_r^7 + 0.13761\epsilon_r^6 - 6.1783\epsilon_r^5 + 93.187\epsilon_r^4 - 682.69\epsilon_r^3 + 2561.9\epsilon_r^2 - 4043\epsilon_r + 6697)$$

$$y'_o = (0,83477) \frac{L}{2} \times 10^{-4} (0.001699\epsilon_r^7 + 0.13761\epsilon_r^6 - 6.1783\epsilon_r^5 + 93.187\epsilon_r^4 - 682.69\epsilon_r^3 + 2561.9\epsilon_r^2 - 4043\epsilon_r + 6697) \tag{3}$$

Gambar 3, memperlihatkan konstruksi antenna microstrip *rectangular patch* dengan pengumpanan *Inset-Fed*.



Gambar 3. Konstruksi dasar antenna microstrip *rectangular patch* dengan *inset-fed*.

Perhitungan efisiensi antenna dinyatakan dengan persamaan,

$$(\eta)_{dB} = (G)_{dB} - (D)_{dB} \tag{4}$$

Lebar pita frekuensi antenna (*band width*, BW) dihitung dari selisih antara frekuensi tertinggi dan terendah pada saat SWR = 1.5 yang dapat dilihat pada grafik SWR dari hasil eksperimen;

$$BW = f_2 - f_1 \text{ (Hz)} \tag{5}$$

dimana,  $f_1$  adalah frekuensi terendah, dan  $f_2$  adalah frekuensi tertinggi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari persamaan (2), dihitung jarak *inset-fed* ( $y_o$ ) untuk diterapkan pada desain antenna microstrip *rectangular patch* dengan frekuensi kerja: 1,8 GHz, 2,1 GHz dan 2,3 GHz. Hasil perhitungan simulasi diperlihatkan pada Tabel 1. Kemudian dengan menggunakan persamaan Ramesh yang telah dikoreksi pada persamaan (3) dihitung pula jarak *inset-fed* yang diberi notasi  $y'_o$  untuk diterapkan pada desain antenna microstrip *rectangular patch* dengan frekuensi kerja: 1,8 GHz, 2,1 GHz dan 2,3 GHz. Hasil perhitungan dan simulasi seperti pada Table 2.

Parameter yang diukur pada Tabel 1 dan Tabel 2 yaitu Return Loss (RL), SWR, Direktivitas (D), Gain antenna (G), efisiensi ( $\eta$ ) dan Band Width (BW). Dengan membandingkan kedua hasil simulasi, dapat dilihat bahwa RL pada formula Ramesh original rata-rata -17.0687 dB. RL' yang dihasilkan berdasarkan persamaan Ramesh yang telah dikoreksi diperoleh *return loss* yang lebih rendah yaitu -24.8431 dB.

Direktivitas (D) antenna rata-rata pada Tabel 1 diperoleh, D = 7,0888 dB dan dari Tabel 2 diperoleh sebesar D' = 7,12685 dB. Ini menunjukkan bahwa direktivitas antenna rata-rata lebih besar untuk perhitungan jarak *inset-fed*  $y_o$  dari persamaan Ramesh yang telah dikoreksi .

Gain antenna rata-rata pada Tabel 1, diperoleh sebesar G = 3.428042 dB dan dari Tabel 2 diperoleh Gain rata-rata sebesar sebesar G'=3.559575 dB atau lebih besar. Perhitungan Efisien antenna rata-rata dari Tabel 1 sebesar  $\eta = -3,66084 \text{ dB}$  dan dari Tabel 2 sebesar  $\eta' = -3,567275 \text{ dB}$ . Dengan demikian,

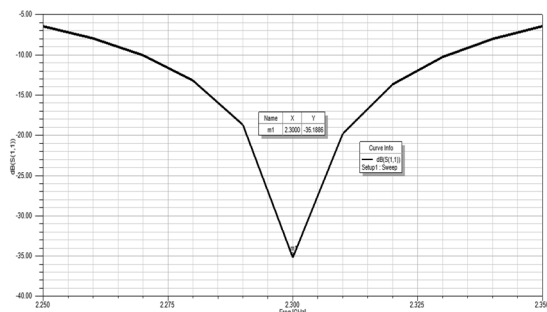
efisien antenna dari Tabel 2 relatif lebih besar dibanding pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, dapat dilihat pula bahwa *bandwidth* frekuensi lebih besar pada antenna yang menggunakan perhitungan jarak *inset-fed* ( $y_o$ ) berdasarkan persamaan Ramesh yang telah dikoreksi. Secara umum dapat dilihat bahwa penerapan *faktor koreksi sebesar*  $s = 0.83477$  pada persamaan Ramesh untuk menghitung jarak *inset-fed* ( $y_o$ ) pada antenna microstrip rectangular patch, secara meyakinkan dapat meningkatkan kinerja antenna.

Tabel 1: Hasil pengukuran menurut formula Ramesh

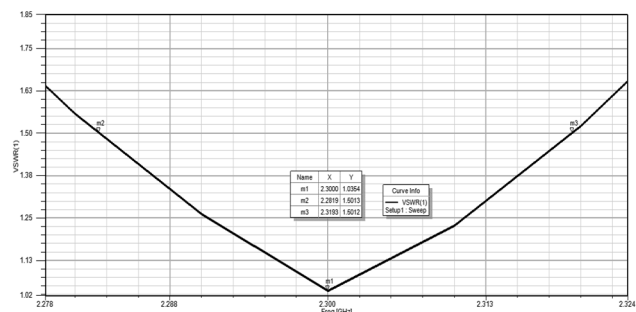
Hasil Simulasi Menurut Formula Ramesh									
No	Frek (GHz)	$y_o$ (mm)	$x_o$ (mm)	RL (dB)	VSWR	D (dB)	G (dB)	$\eta$ (dB)	BW (MHz)
1	1,8	12.11045172	1.0	-20.3678	1.2120	7.5239	3.4298	-4.0941	5.6
2	1,8	12.11045172	1.5	-16.929	1.3321	7.4109	3.2844	-4.1265	3.0
3	1,8	12.11045172	2.0	-14.5675	1.4597	7.2673	3.1224	-4.1449	0.7
4	1,8	12.11045172	2.5	-12.3628	1.6347	7.4008	3.3033	-4.0975	
5	2.1	10.35769148	1.0	-16.4254	1.3555	7.3495	3.5141	-3.8354	21.8
6	2.1	10.35769148	1.5	-20.1468	1.2181	7.1986	3.3587	-3.8399	27.0
7	2.1	10.35769148	2.0	-23.8585	1.1371	7.2959	3.4728	-3.8231	29.1
8	2.1	10.35769148	2.5	-20.5950	1.2060	7.2400	3.4444	-3.7956	29.3
9	2.3	9.442197256	1.0	-19.0146	11.2523	6.6311	3.6033	-3.0278	33.7
10	2.3	9.442197256	1.5	-15.622	1.3968	6.5924	3.5424	-3.0500	24.1
11	2.3	9.442197256	2.0	-13.5239	1.5341	6.5740	3.5228	-3.0512	
12	2.3	9.442197256	2.5	-11.4109	1.7353	6.5822	3.5381	-3.0441	

Tabel 2: Hasil Simulasi berdasarkan pengembangan formula Ramesh.

Hasil Simulasi berdasarkan pengembangan formula Ramesh									
No	Frek (GHz)	$y'_o$ (mm)	$x_o$ (mm)	RL (dB)	VSWR	D (dB)	G (dB)	$\eta$ (dB)	BW (MHz)
1	1,8	10.109	1.0	-20.5196	1.2080	7.5779	3.4346	-4.1343	7.1
2	1,8	10.109	1.5	-27.5217	1.0878	7.5580	3.4422	-4.1158	9.2
3	1,8	10.109	2.0	-34.0425	1.0405	7.4715	4.4013	-3.0702	9.5
4	1,8	10.109	2.5	-21.7580	1.1779	7.4411	3.3458	-4.0953	6.8
5	2.1	8.6463	1.0	-17.3770	1.3128	7.2180	3.3723	-3.8457	25.3
6	2.1	8.6463	1.5	-21.7546	1.1780	7.2432	3.4338	-3.8094	28.2
7	2.1	8.6463	2.0	-26.5673	1.0985	7.2346	3.3938	-3.8408	29
8	2.1	8.6463	2.5	-23.4654	1.1433	7.2904	3.5121	-3.7783	29
9	2.3	7.8820	1.0	-20.7517	1.3146	6.6202	3.5975	-3.0227	38.1
10	2.3	7.8820	1.5	-27.5654	1.1953	6.6407	3.5988	-3.0419	39.2
11	2.3	7.8820	2.0	-35.1703	1.0355	6.6014	3.5801	-3.0213	36.2
12	2.3	7.8820	2.5	-21.6241	1.1809	6.6252	3.6026	-3.0226	34.4

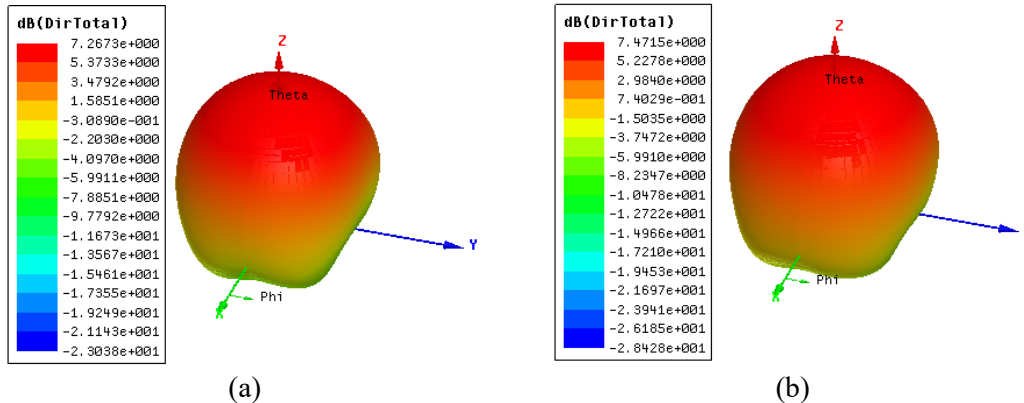


(a)



(b)

Gambar 4. (a) Grafik Restun Loss dan (b) VSWR pada frekuensi 2,3 GHz dimana  $y_o$  inset fed dihitung menggunakan rumus pengembangan Ramesh.



Gambar 5. Direktivitas antenna menggunakan (a) formula Ramesh dan menggunakan (b) formula Ramesh dengan faktor koreksi  $s$ . Lebar celah  $x_0 = 2$  mm pada frekuensi 1.8 GHz.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dapat di simpulkan bahwa hasil perhitungan jarak *inset-fed* ( $y_0$ ) dengan berdasarkan persamaan Ramesh yang telah dikoreksi menghasilkan sebuah perhitungan dan simulasi yang lebih akurat dibandingkan dengan persamaan Ramesh sebelumnya. Faktor koreksi sebesar  $s = 0.83477$  terhadap persamaan Ramesh sebelumnya, secara meyakinkan dapat diterapkan dalam perhitungan jarak *inset-fed* ( $y_0$ ) yang lebih akurat.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mak, Ka Ming; Hua Wah Lai. 2018; Kwai Man Luk. 2018. "A 5G Wideband Patch Antenna with Antisymmetric L-shaped Probe Feeds". IEEE Transactions on Antennas and Propagation. Year: 2018, Volume: 66, Issue: 2. Pages: 957 – 961. IEEE Journals & Magazines.
- [2]. Kraus, John D; Marhefka, Ronald; Khan, Ahmad S. 2010. "Antennas and Wave Propagation". Fourth Edition. Tata McGraw-Hill Compabines. New Delhi. ISBN (13): 987-0-07-067155-3. ISBN (10):0-07-067155-9.
- [3]. Basilio, Lorena I.; Khayat, A; Williams ,Jeffery T. and Long, Stuart A. "The Dependence of the Input Impedance on Feed Position of Probe and Microstrip Line-Fed Patch Antennas". IEEE Transaction On Antennas and Propagation, Vol. 49, No. 1, Januari 2001.
- [4]. Ying Hu, David R. Jackson, Jeffery T. Williams, and Stuart A. Long. "A Design Approach for Inset-Fed Rectangular Microstrip Antennas". 2006 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium. Year: 2006.
- [5]. Matin, M.A, Sayeed, A.I. "A Design Rule for Inset-fed Rectangular Microstrip Patch Antenna". WSEAS TRANSACTIONS on COMMUNICATIONS. Issue 1, Volume 9, January 2010. ISSN: 1109-2742.
- [6]. Derneryd ,A. G. "A Theoretical Investigation of the Rectangular Microstrip Antenna Element," IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-26, No. 4, pp. 532–535, July 1978.
- [7]. Carver, K. R and Mink, J. W. "Microstrip Antenna Technology," IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-29, No. 1, pp. 2–24, January 1981.
- [8]. Balanis, C.A. Antenna Theory: Analysis and Design. Fourth Edition. New Jersey-USA. John Wiley & Sons, Inc. 2016.
- [9]. Pradeep H.S. "Inset Fed Microstrip Patch Antenna for X-Band Applications". International Journal of Engineering Research in Electronics and Communication Engineering (IJERECE). Vol 5, Issue 7, July 2018. ISSN (Online) 2394-6849.
- [10]. Ramesh, M; and YIP KB. 2003. "Design Formula for Inset Fed Microstrip Patch Antenna". Journal of Microwaves and Optoelectronics, Vol. 3, N.o 3, December 2003. ISSN 1516-7399.
- [11]. Balanis, C.A. Antenna Theory: Analysis and Design. Fourth Edition. New Jersey-USA. John Wiley & Sons, Inc. 2016.
- [12]. Pozar, M.D. 2012. Microwave Engineering. Fourth Edition. John Wiley

## **6. UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, serta kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan dukungan dana penelitian beberapa waktu yang lalu. Artikel ilmiah ini merupakan sebuah bentuk pertanggungjawaban secara ilmiah atas kerja-kerja ilmiah yang telah saya kerjakan sebelumnya.