

# Perancangan Antena Mikrostrip Model PIFA untuk Aplikasi Telepon Seluler

F.X.Hendra Prasetya, Anastasia Mira

Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata

Email : [hendra@unika.ac.id](mailto:hendra@unika.ac.id)

**Abstrak** — Antena mikrostrip memiliki kelebihan antara lain bentuk sederhana, ekonomis, mudah dalam pembuatannya, dan dapat diintegrasikan dengan sirkuit gelombang mikro. Namun antena ini memiliki keterbatasan dalam hal bandwidth, gain, dan pola radiasi. Keterbatasan ini dapat diatasi dengan memperbaiki struktur antena mikrostrip. Antena patch memiliki bermacam-macam polarisasi. Planar Inverted-F Antenna (PIFA) merupakan salah satu tipe antena patch. Antena ini memiliki bandwidth sedikit lebih tinggi dan berukuran lebih kecil daripada antena patch. Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah perancangan antena mikrostrip model PIFA untuk mendapatkan suatu antena mikrostrip yang efisien, kecil, dan memperbaiki bandwidth, gain. Antena ini akan digunakan pada telepon seluler yang beroperasi pada frekuensi 1800 MHz.

**Kata kunci**—antena, mikrostrip, PIFA, telepon seluler

## I. PENDAHULUAN

ANTENA mikrostrip dipakai dalam telekomunikasi tanpa kabel menggunakan gelombang mikro. Pada awalnya, antena mikrostrip digunakan dalam bidang militer. Dalam perkembangannya, antena mikrostrip banyak digunakan dalam bidang telekomunikasi, misalnya guidance dan blind landing pesawat terbang, telekomunikasi dan pencitraan satelit, GPS pada kendaraan, telekomunikasi data. Antena mikrostrip juga digunakan untuk pencitraan satelit Seasat dan untuk SAR (*Synthetic Aperture Radar*) yang dapat membedakan lapisan tanah dan jenis vegetasi.

Antena mikrostrip memiliki bentuk sederhana yang dapat disesuaikan dengan tempat dipasangnya. Keuntungan antena mikrostrip lainnya adalah ekonomis, mudah dalam pembuatannya, dan dapat diintegrasikan dengan sirkuit gelombang mikro. Keterbatasan antena mikrostrip pada umumnya pada bandwidth sempit, gain yang kecil, dan pola radiasi. Keterbatasan ini dapat diatasi dengan memperbaiki struktur antena mikrostrip.

Pada penelitian ini akan dirancang antena mikrostrip model PIFA untuk mendapatkan suatu antena mikrostrip yang efisien, kecil, dan memperbaiki bandwidth, gain. Antena ini akan digunakan pada telepon seluler yang beroperasi pada frekuensi 1800 MHz.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Struktur Mikrostrip

Struktur mikrostrip dibuat dari selembar tipis bahan penyekat yang tingkat kebocorannya rendah, yang dinamakan substrat dielektrik. Substrat tersebut ditutupi logam seluruhnya di satu sisi, sisi ini disebut groundplane. Di sisi satunya ditutupi sebagian oleh logam, di sisi ini pola antena dicetak. Mikrostrip merupakan rangkaian yang dibuat untuk gelombang mikro.

### B. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip secara umum terdiri dari tiga lapisan bahan, yaitu lapisan konduktor, substrat dielektrik dan bidang pertanahan (*ground plane*). Pada antena mikrostrip terdiri dari tempelan plat tipis konduktor datar dengan bentuk tertentu pada salah satu sisi dielektrik dan pada sisi lain berupa lembaran konduktor yang lebar sebagai bidang pertanahan. Dalam menentukan substrat yang akan digunakan, ada parameter-parameter yang harus diperhatikan, yaitu: konstanta dielektrik relative ( $\epsilon_r$ ), rugi-rugi tangensial ( $\tan \delta$ ), ketebalan substrat ( $h$ ), ketebalan elemen penghantar ( $t$ ), dan konduktivitas elemen penghantar ( $\sigma$ ).

### C. Antena pada Handset Telepon

Ada dua tipe antena untuk handset telepon : *internal* dan *eksternal*.

#### 1) Antena Eksternal

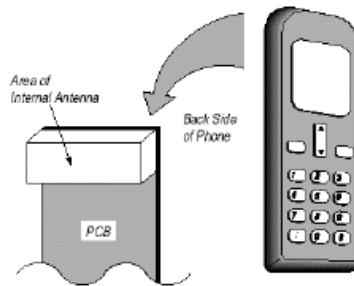
Antena yang digunakan pada *handset* telepon adalah antena *whip* (bentuk cemeti), yang biasanya mempunyai panjang  $\frac{1}{8} \lambda$  atau  $\frac{1}{2} \lambda$  ( $\lambda$  merupakan panjang gelombang). Antena cemeti murah dan mudah dibuat. Antena ini memiliki *bandwidth* yang lebar dan pola radiasi yang cocok untuk digunakan pada telepon seluler.

Arus maksimum suatu antena  $\frac{1}{4} \lambda$  berada paling dekat dengan kepala pengguna. Arus listrik yang relatif besar dapat menginduksi penutup telepon karena penutup berfungsi sebagai *ground plane* antena. Pada antena  $\frac{3}{8}$  dan  $\frac{1}{2} \lambda$ , dimana arus yang dihasilkan lebih lemah, dan arus maksimum berada lebih jauh dari kepala pengguna.

Suatu antenna *helix* terdiri dari sebuah kawat yang dililitkan pada suatu bentuk *helix*. Keuntungan rancangan antenna *helix* adalah berukuran kecil. Tinggi sebuah antenna cemeti dengan frekuensi operasi 900 MHz adalah 100 mm, sedangkan tinggi sebuah antenna *helix*  $\frac{1}{4} \lambda$  hanya 26 mm. suatu rancangan antenna ganda yang menggunakan kedua bentuk antenna *helix* dan cemeti banyak digunakan pada telepon-telepon terbaru saat ini.

2) *Antena Internal*

Gambar 1. menunjukkan sebuah *handset* telepon yang menggunakan antenna internal. Antena *internal* dipasang di bagian atas telepon di bagian belakang untuk menghindari pengaruh terhadap manusia.



Gambar 1. Antena internal dipasang di bagian belakang telepon

D. *Planar Inverted-F Antenna*

PIFA pada dasarnya terdiri dari sebuah *ground plane*, sebuah elemen lempengan atas, sebuah kawat yang mengikat *ground plane* dengan lempengan atas, dan sebuah bidang penghubung yang dihubungkan antara *ground* dan lempengan atas.

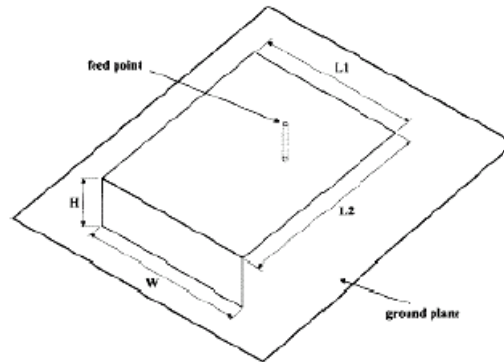
Metode yang paling sering dipakai untuk melebarkan *bandwidth* adalah dengan meningkatkan tinggi bidang penghubung, yang menaikkan volumenya. Di samping itu, ada beberapa teknik yang diaplikasikan pada PIFA untuk memperlebar *bandwidth*. Pada prinsipnya, *bandwidth* PIFA yang lebar dapat diperoleh dengan beberapa pendekatan yang efisien, menggunakan *dual resonance* dengan elemen peradiasi / patch tambahan. Untuk melebarkan *bandwidth* ke atas atau menaikkan level antenna tipe *wire*, antenna monopole, dapat dilakukan dengan memodifikasi desain antenanya.

Keuntungan-keuntungan *Planar Inverted F Antenna* (PIFA) :

- Konsep yang sederhana
- Rugi-rugi yang kecil
- Tidak membutuhkan ruang yang besar
- Karakteristik listrik yang baik
- Mudah disepdankan (posisi pengumpan)
- Mudah ditala (dengan mengatur panjang lengan)

Suatu *Planar Inverted F-Antenna* pada umumnya merupakan struktur yang beresonansi pada  $\lambda/4$  yang dicapai dengan menghubungkan singkatkan *patch* radiasi dengan *ground plane* antenna menggunakan sebuah dinding penghubung, plat penghubung, atau tonggak penghubung. Strukturnya mirip dengan sebuah antenna *patch* mikrostrip segi empat (*shorted rectangular microstrip patch antenna*) dengan udara sebagai

dielektrik. Antena tersebut dapat beresonansi dengan ukuran *patch* yang jauh lebih kecil untuk frekuensi operasi tetap, jika dibandingkan dengan antenna *patch* konvensional.



Gambar 2. Geometri PIFA

Parameter PIFA dapat diatur dengan mengubah ukuran dengan memperhatikan hal-hal berikut :

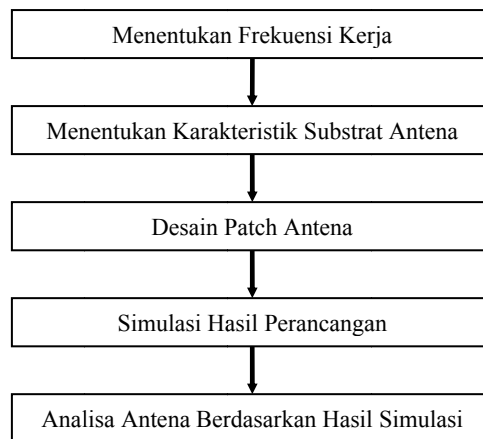
- Peningkatan *H* memperlebar *bandwidth*
- Pengurangan *W* ( $W < L_1$ ) mengurangi ukuran keseluruhan dan juga *bandwidth*
- $L_2$  memungkinkan penalaan frekuensi

Setiap perubahan posisi *feed point* untuk impedansi yang diberikan

III. PERANCANGAN

A. *Perancangan Antena*

Perancangan antenna mikrostrip dimulai dengan menentukan frekuensi kerja, menentukan karakteristik substrat dan ukuran *patch* untuk mendapatkan *bandwidth* yang terbaik.



Gambar 3. Diagram blok perancangan antenna

B. *Penentuan Parameter Bahan*

Substrat untuk antenna mikrostrip terdiri dari tiga lapis elemen. Bahan dielektrik terdapat di tengah di antara lapisan elemen penghantar. Konstanta dielektrik berpengaruh terhadap parameter-parameter lain terutama ukuran *patch* antenna mikrostrip. Substrat yang digunakan sebaiknya memiliki rugi tangensial yang baik, yaitu kurang dari 0,002. Konduktivitas elemen

penghantar menentukan baik tidaknya sifat penghantaran listrik bahan.

#### 1) Penentuan frekuensi kerja

Antena PIFA yang dirancang akan digunakan sebagai antena internal suatu handset telepon yang beroperasi pada frekuensi 1800 MHz. Frekuensi ini kemudian digunakan untuk menentukan bahan dielektrik yang akan digunakan dan juga berpengaruh terhadap ukuran antena.

#### 2) Penentuan bahan substrat

Pemilihan bahan ini berdasarkan hasil studi literatur dan membandingkannya hasil simulasi beberapa bahan dielektrik. Beberapa bahan dielektrik dihitung ukuran patchnya, lalu dibandingkan dan digunakan bahan yang ukuran patchnya kecil dan return lossnya baik. Dalam perancangan ini dipilih bahan dielektrik RT/Duroid 6006 yang memiliki  $\epsilon_r = 6,15 \pm 0,15$  dan  $\tan \delta = 0,0019$  dengan ketebalan 0,64mm.

#### 3) Penentuan bahan elemen penghantar

Untuk elemen penghantarnya digunakan bahan tembaga (*copper*) dengan ketebalan 0,000899 cm dan konduktivitasnya adalah  $5,8 \times 10^7$  S/m.

### C. Perancangan Patch Antena Mikrostrip

Parameter – parameter yang digunakan dalam perancangan :

- Konstanta dielektrik relatif  $\epsilon_r = 6,15$
- Tebal substrat  $h = 0,64$ mm
- Rugi tangensial substrat  $\tan \delta = 0,0019$
- Konduktivitas elemen penghantar =  $5,8 \times 10^7$  S/m
- Tebal elemen penghantar  $t = 0,00899$  mm
- Impedansi karakteristik saluran  $Z_C = 50\Omega$

#### 1) Ukuran patch segi empat

##### a) Ukuran lebar patch

Lebar patch dihitung menggunakan persamaan:

$$w = \frac{c}{2f_r} \left( \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{-1/2}$$

$$= \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 1,8 \cdot 10^9} \left( \frac{6,15 + 1}{2} \right)^{-1/2} = 0,440738 \text{ m}$$

##### b) Konstanta dielektrik relatif efektif

$$\frac{w}{h} = \frac{44,0738}{0,64} = 68,8653$$

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + \frac{10h}{w} \right)^{-1/2}$$

$$= \frac{6,15 + 1}{2} + \frac{6,15 - 1}{2} \left( 1 + (10 \cdot 0,64) / 44,0738 \right)^{-1/2} = 5,9812$$

##### c) Perubahan panjang patch

Perubahan panjang patch dihitung menggunakan persamaan :

$$\frac{\Delta l}{h} = 0,412 \frac{(\epsilon_e + 0,3) \left( \frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_e - 0,258) \left( \frac{w}{h} + 0,8 \right)}$$

$$\Delta l = 0,412 * h \frac{(5,9812 + 0,3) \left( (44,0738 / 0,64) + 0,264 \right)}{(5,9812 - 0,258) \left( (44,0738 / 0,64) + 0,8 \right)} = 0,2872 \text{ mm}$$

##### d) Panjang patch

Panjang patch dihitung menggunakan persamaan :

$$l = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_e}} - 2\Delta l$$

$$= \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 1,8 \cdot 10^9 \sqrt{5,9812}} - 2 * 0,2872 = 33,4997 \text{ mm}$$

Sehingga didapatkan ukuran patch segi empat 33,4997mm x 44,0738mm

#### 2) Ukuran saluran transmisi

Dari penghitungan didapatkan dimensi saluran transmisi sebagai berikut :

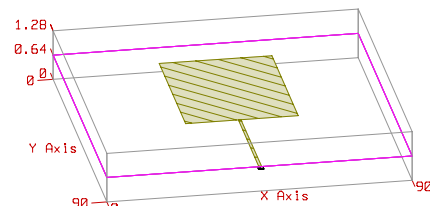
*Width* (lebar saluran transmisi) = 0,9394704 mm

*Thickness* (ketebalan saluran transmisi) = 0,00899 mm

*Physical length* (panjang saluran transmisi) = 34,74824 mm

#### 3) Antena mikrostrip segi empat

Antena mikrostrip segi empat pada Gambar 4. terdiri dari dua buah layer. Layer 1 merupakan udara dan layer 2 menggunakan bahan dielektrik RT / Duroid 6006.



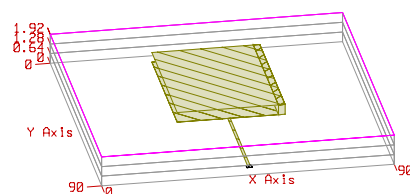
Gambar 4. Penampang tiga dimensi antena mikrostrip segi empat

### D. Perancangan PIFA Mikrostrip

PIFA mikrostrip dirancang berdasarkan patch antena mikrostrip segi empat yang telah dirancang pada bagian C. Model antena ini memiliki ukuran patch sama dengan antena mikrostrip segi empat. Hal ini yang bertujuan agar frekuensi operasi PIFA mikrostrip sama dengan frekuensi operasi antena segi empat.

#### 1) Antena PIFA 2 lapis

Antena ini dibuat dengan menambahkan satu lapisan (*layer*) di bawah layer paling bawah antena mikrostrip segi empat. Sehingga, antena ini terdiri dari 2 lapis substrat dielektrik RT/Duroid 6006.

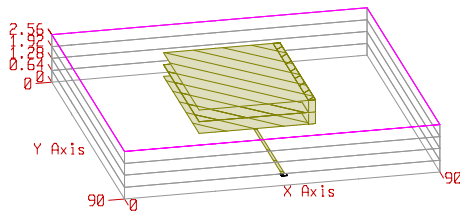


Gambar 5. Penampang 3 dimensi PIFA 2 lapis

#### 2) Antena PIFA 3 lapis

Antena ini dibuat dengan menambahkan satu lapisan (*layer*) di bawah layer paling bawah antena PIFA 2 lapis, atau dengan kata lain menambahkan 2 lapisan di bawah layer paling bawah antena mikrostrip

segi empat. Sehingga, antenna ini terdiri dari 3 lapis substrat dielektrik RT/Duroid 6006.



Gambar 6. Penampang 3 dimensi PIFA 3 lapis

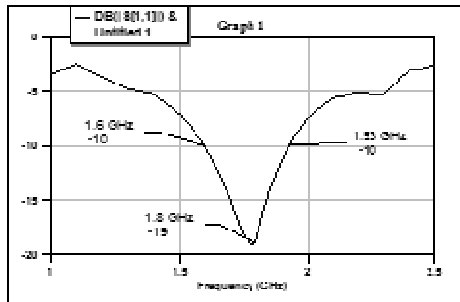
IV. HASIL PENGUJIAN

Bandwidth untuk antenna ini bisa dilihat pada Gambar 7.

Grafik *return loss* digunakan untuk menghitung *bandwidth* antenna PIFA 2 lapis. Frekuensi yang memiliki *return loss* -10dB dihitung selisihnya untuk mendapatkan *bandwidth*. Dari gambar 4.10 didapatkan:

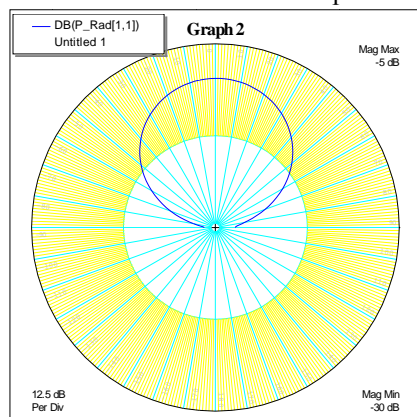
$$Bandwidth = 1,93GHz - 1,6GHz = 0,33GHz$$

*Bandwidth* PIFA 2 lapis adalah 0,33GHz atau 18,33%. *Bandwidth* antenna ini lebih lebar 0,07GHz daripada antenna mikrostrip segi empat atau lebih baik 26,92%. *Return loss* yang ditunjukkan pada hasil simulasi mencakup frekuensi 1GHz sampai 2,5GHz. *Return loss* pada frekuensi 1,8GHz, yaitu -19dB.



Gambar 7. Return loss antenna mikrostrip PIFA 2 lapis

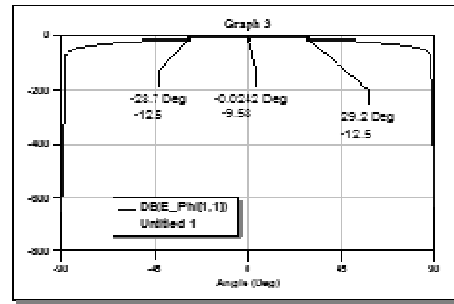
Pola radiasi dari antenna ini bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pola radiasi antenna mikrostrip segi empat

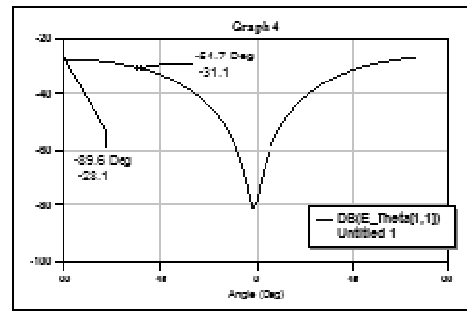
Dari gambar 8 dapat diketahui nilai Mag maximum sebesar -5dB dan Mag minimum sebesar -30dB.

Pola radiasi medan E dan medan H bisa dilihat pada Gambar 9 dan 10. Dari Gambar 9 dan 10 ini nantinya akan dihitung *directivity* dan *gain* dari antenna ini.



Gambar 9. Pola radiasi medan H PIFA 2 lapis

Dari Gambar 9 diperoleh nilai puncak pada -0,0242° dan penurunan 3 dB pada -28,7° dan 29,2°. Sehingga didapat lebar berkas / *beamwidth* medan H antenna PIFA 2 lapis sebesar 58,1°



Gambar 10. Pola radiasi medan E PIFA 2 lapis

Dari Gambar 10 diperoleh nilai puncak pola radiasi medan E antenna adalah -28,1dB pada -89,6°. Penurunan 3dB yang berada di sebelah kanan nilai puncak yaitu -31,3 pada -54,7°. software yang digunakan hanya dapat menunjukkan pola radiasi dari -90° sampai 90° saja, maka lebar berkas dapat diperoleh:

$$Beamwidth = 2 \times (89,6^\circ - 54,7^\circ) = 69,8^\circ$$

*Directivity* dihitung berdasarkan *beamwidth* medan H dan medan E yang telah diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$Directivity = 10 \cdot \log (41000/(E_\theta E_\phi))$$

$$= 10 \cdot \log (41000/(69,8 \cdot 58,1))$$

$$= 10,048 \text{ dBi}$$

*Gain* antenna dihitung berdasarkan *beamwidth* medan H dan medan E yang telah diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$Gain = 10 \cdot \log (32400/(E_\theta E_\phi))$$

$$Gain = 10 \cdot \log (32400/(69,8 \cdot 58,1))$$

$$= 9,025 \text{ dBi}$$

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dirancang antenna mikrostrip model PIFA untuk aplikasi telepon seluler. Antena ini memiliki ketebalan 1,92mm; *bandwidth* 0,33GHz; *beamwidth* medan E sebesar 69,8°; *beamwidth* medan H sebesar 61,1°; *directivity* sebesar

10,048dBi; dan gain sebesar 9,025dBi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hall, S.P. and James, J.R. Handbook of Microstrip Antennas. London : Peter Peregrinus Ltd.; 1989.
- [2] Hirasawa, Kazuhiro, and Misao Haneisi. ANALYSIS, DESIGN, AND MEASUREMENT OF SMALL AND LOW PROFILE ANTENNAS. Boston: Artech House; 1992.
- [3] Kraus, John Daniel. Antennas. Singapore : McGraw-Hill; 1988.
- [4] Pozar, David M. and Daniel H. Schaubert. Microstrip Antennas : The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays. IEEE PRESS. New York.
- [5] Haridas, Sayuj. Quad-Band PIFA for Mobile Phones. Electrical Engineering Dept. Syracuse University; 2005.
- [6] Zurcher, Jean-Francois and Fred E. Gardiol. Broadband Patch Antennas. Boston : Artech House; 1994.
- [7] <http://www.wikipedia.org/>
- [8] <http://www.lockergnome.com/nexus/it/>
- [9] [http://academickids.com/encyclopedia/a/an/antenna\\_theory.html](http://academickids.com/encyclopedia/a/an/antenna_theory.html)
- [10] <http://www.centurion.com/>