

## PERANCANGAN DAN REALISASI MULTIBAND U-SLOT PLANAR INVERTED-F ANTENNA (PIFA)

Erick Rikardo<sup>1</sup>, Bambang Setia Nugroho<sup>2</sup>, Yuyu Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

Teknologi komunikasi wireless mobile kini semakin berkembang dengan munculnya berbagai teknologi seperti GSM, UMTS, mobile LTE, wireless LAN, dan teknologi yang lainnya. Dalam aplikasinya, teknologi-teknologi tersebut membutuhkan frekuensi masing-masing. Tantangan terbesar dari antenna pada zaman ini adalah antenna yang kecil namun bisa beroperasi pada setiap teknologi yang ada. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan antenna multiband. Planar inverted-F antenna (PIFA) merupakan salah satu jenis antenna yang banyak digunakan untuk aplikasi handset.

Planar inverted-F antenna (PIFA) merupakan pengembangan dari antenna monopole /4. Sekarang ini antenna PIFA banyak digunakan untuk aplikasi radio yang mobile dan portable karena desain yang sederhana, berat yang ringan, dan biaya pembuatan yang rendah. Antenna PIFA terdiri dari 2 bagian, yaitu patch dan ground plane. Pada penelitian sebelumnya, disebutkan bahwa penggunaan slot pada groundplane dapat memperlebar bandwidth pada antenna PIFA dan menghasilkan frekuensi resonan yang baru untuk frekuensi tinggi. Selain itu, penggunaan beberapa slot berbentuk U pada patch dapat menghasilkan beberapa frekuensi resonan yang baru pada antenna PIFA dibandingkan dengan antenna PIFA tanpa slot.

Pada tugas akhir ini, dirancang dan direalisasikan suatu antenna PIFA yang bekerja pada frekuensi GSM 850 (828-890MHz), GSM 900 (880-960MHz), GSM 1900 (1850-1990 MHz), UMTS (1910-2170MHz), Bluetooth (2.4 GHz), Mobile LTE (2.6-2.7GHz), dan Wireless LAN 5.8 (5.8-5.9 GHz) dengan menggunakan U-slot pada patch antenna dan slot rectangular pada groundplane antenna.

**Kata Kunci :** antenna PIFA, multiband, U-slot, slot groundplane

### Abstract

Mobile wireless communication technology is now growing with the advent of various technologies such as GSM, UMTS, LTE mobile, wireless LAN, and other technologies. In its application, these technologies require individual frequencies. The biggest challenge in this days of the antenna is an antenna that is small but can operate on any existing technology. One that can be done is with multiband antenna. Planar inverted-F antenna (PIFA) is one of the many types of antennas used for handset applications.

Planar inverted-F antenna (PIFA) is an enhancement of the / 4 monopole antenna . Now this PIFA antennas are widely used for mobile and portable radio applications because of simple design, light weight, and low manufacturing cost. PIFA antenna consists of two parts, the patch and ground plane. mentioned that the use of slots in the groundplane can widen the bandwidth of the PIFA antenna and produce a new resonant frequency at high frequency. In addition the use of some U-shaped slot on the patch can generate some new resonant frequency of the PIFA antenna compared with PIFA antenna without a slot.

At this final task, designed and realized a PIFA antenna that works on GSM 850 (828-890MHz), GSM 900 (880-960MHz), GSM 1900 (1850-1990 MHz), UMTS (1910-2170MHz), Bluetooth (2.4 GHz), Mobile LTE (2.6-2.7GHz), and Wireless LAN 5.8 (5.8-5.9 GHz) using U-slot patch antenna and the rectangular slot in the groundplane antenna.

**Keywords :** PIFA antenna, multiband, U-slot, slot groundplane

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan masyarakat akan komunikasi dengan orang lain kapanpun dan dimanapun berada dan kebutuhan akan pengaksesan berbagai data yang cepat, mengakibatkan perkembangan teknologi telekomunikasi terutama dalam bidang *wireless* (seluler) yang sangat pesat. Beberapa contoh teknologi telekomunikasi saat ini antara lain GSM, UMTS, PCS, LTE, WiMAX, dan lain-lain. Masing-masing dari teknologi tersebut bekerja pada frekuensi kerja yang berbeda-beda. Dalam aplikasi *handset*, dibutuhkan antena yang kecil agar dapat menghemat tempat namun dapat bekerja pada teknologi-teknologi tersebut. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan *multiband* antena. *Planar inverted-F antenna (PIFA)* merupakan salah satu jenis antena yang digunakan pada aplikasi *handset* dan dapat dijadikan antena *multiband*.

*Planar inverted-F antenna (PIFA)* merupakan pengembangan dari antena *monopole*  $\lambda/4$ . Sekarang ini antena PIFA banyak digunakan untuk aplikasi radio yang *mobile* dan *portable* karena desain yang sederhana, berat yang ringan, dan biaya pembuatan yang rendah [6]. Antena PIFA terdiri dari 2 bagian, yaitu *patch* dan *ground plane*. Pada paper “*Enhanced-bandwidth PIFA Antenna with a Slot on Ground Plane*” [2] dan “*Multiband Handset Antenna Using Slots On The Ground Plane: Considerations To Facilitate The Integration Of The Feeding Transmission Line*” [3] disebutkan bahwa penggunaan slot pada *groundplane* dapat memperlebar *bandwidth* pada antena PIFA dan menghasilkan frekuensi resonan yang baru untuk frekuensi tinggi. Selain itu, pada paper “*Single Feed Compact Quad-Band PIFA Antenna for Wireless Communication Applications*” [1] dijelaskan bahwa penggunaan beberapa slot berbentuk U pada *patch* dapat menghasilkan beberapa frekuensi resonan yang baru pada antena PIFA dibandingkan dengan antena PIFA tanpa slot.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis akan merancang dan merealisasikan suatu antena PIFA yang bekerja pada frekuensi GSM 850 (828-890MHz), GSM 900 (880-960MHz), GSM 1900 (1850-1990 MHz), UMTS (1910-2170MHz), Bluetooth (2.4 GHz),

Mobile LTE (2.6-2.7GHz), dan Wireless LAN 5.8 (5.8-5.9 GHz) dengan menggunakan *U-slot* pada *patch* antenna dan slot *rectangular* pada *groundplane* antenna. Penggunaan *U-slot* pada *patch* bertujuan untuk menghasilkan beberapa frekuensi resonan (*Multiband*) dan penggunaan slot pada *groundplane* bertujuan untuk memperlebar *bandwidth* dan menghasilkan frekuensi resonan yang baru.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang antenna PIFA dengan metode penambahan *U-slot* pada frekuensi 828-890MHz, 880-960MHz, 1850-1990 MHz, 1910-2170MHz, 2.4 GHz, 2.6-2.7GHz, dan 5.8-5.9 GHz.
- b. Bagaimana merancang antenna PIFA tersebut dengan simulator sehingga spesifikasi yang diinginkan bisa tercapai?
- c. Bagaimana menganalisis hasil pengujian parameter-parameter antenna PIFA yang telah dirancang?
- d. Bagaimana analisis perbandingan hasil antara simulasi menggunakan simulator dengan hasil pengukuran secara langsung?
- e. Spesifikasi antenna yang diinginkan adalah sebagai berikut:
- f. *Range* Frekuensi : 828-890MHz, 880-960MHz, 1850-1990 MHz, 1910-2170MHz, 2.4 GHz, 2.6-2.7GHz, dan 5.8-5.9 GHz.
- g. VSWR :  $\leq 2$  dan  $\leq 3$   
Gain :  $\geq 1$  dB  
Pola Radiasi : omnidireksional  
Polarisasi : Linier

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Memahami karakteristik antenna PIFA dengan menggunakan slot pada *patch* dan *ground plane*.

- h. Merancang suatu antena PIFA yang bekerja pada frekuensi 828-890MHz, 880-960MHz, 1850-1990 MHz, 1910-2170MHz, 2.4 GHz, 2.6-2.7GHz, dan 5.8-5.9 GHz.
- b. Menguji hasil rancangan antena dengan simulasi dari *Ansoft HFSS 11* untuk melihat parameter-parameter antena yang dihasilkan.
- c. Merealisasikan serta mengukur parameter-parameter antena yang sesuai dengan spesifikasi.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Perancangan dan simulasi menggunakan bantuan *Ansoft HFSS 11*.
- b. Penelitian dititik beratkan pada bagaimana mendapatkan frekuensi multiband
- c. Pengukuran tidak dilakukan di *anechoic chamber*.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini meliputi:

a. *Study literature*

Tahap pendalaman materi mengenai konsep tentang antena PIFA.

b. Perancangan dan simulasi

Perancangan dan simulasi antena menggunakan *Ansoft HFSS 11* untuk mendapatkan dimensi dan spesifikasi yang diinginkan.

c. Pabrikasi

Proses pabrikasi dilakukan oleh pihak lain yang berpengalaman, dengan dimensi yang telah diperoleh dari proses simulasi.

d. Pengukuran

Pengukuran antena dilakukan untuk mendapatkan nilai pengukuran parameter-parameter antena yang akan dibandingkan dengan hasil perancangan/ simulasi.

e. Analisis

Analisis dilakukan setelah proses perancangan, realisasi, dan pengukuran dilakukan. Analisis dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan

teori dan hasil simulasi. Setelah dibandingkan kemudian dianalisis untuk setiap penyimpangan yang terjadi.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab, dilengkapi dengan daftar isi dan lampiran. Penjelasan dari masing-masing adalah sebagai berikut:

#### **Bab I. Pendahuluan**

Bagian pendahuluan merupakan uraian dari latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

#### **Bab II. Dasar Teori**

Bab ini berisikan landasan teori secara umum serta penjelasan mengenai antenna PIFA yang mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

#### **Bab III. Perancangan dan Realisasi**

Bab ini akan membahas tentang proses perancangan antenna PIFA yang bekerja pada beberapa frekuensi sesuai dengan pemodelan serta proses simulasi menggunakan software Ansoft HFSS 11.

#### **Bab IV. Pengukuran dan Analisis**

Bab ini berisis tentang hasil pengukuran antenna yang telah dibuat serta analisis perbandingan hasil teori dengan hasil simulasi yang telah dirancang. Hasil analisis akan menjadi dasar dalam pembentukan kesimpulan dari tugas akhir ini.

#### **Bab V. Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapat pada tugas akhir ini serta berisi saran yang nantinya akan berguna dalam penelitian tahap selanjutnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada tugas akhir perancangan dan realisasi antenna PIFA adalah :

1. Penggunaan U-slot pada *patch* antenna PIFA berfungsi untuk menambah frekuensi operasi, sedangkan slot pada *groundplane* berfungsi untuk *pematchingan*, melebarkan bandwidth, dan menambahkan frekuensi operasi.
2. Persamaan baru untuk memprediksi frekuensi resonan yang baru akibat penambahan U-slot telah di dapatkan, yaitu

$$f = \frac{c}{1,95Wt + 5,926Lt + 3.49h - 2.84Ws}$$

3. Antena PIFA yang dirancang dapat bekerja secara *multiband*, yaitu 0.85 GHz, 1.9 GHz, 2.1 GHz, 2.6 GHz, dan 5.8 GHz untuk  $VSWR \leq 2$ . Sedangkan untuk  $VSWR \leq 3$ , frekuensi operasi nya adalah 0.85 GHz, 1.9 GHz, 2.1 GHz, 2.4 GHz, 2.6 GHz, dan 5.8 GHz. Sedangkan untuk frekuensi tambahan 5.2 GHz yang didapatkan dari simulasi tidak didapatkan setelah antena di realisasikan karena pergeseran frekuensi yang disebabkan kelengkungan yang terjadi pada *patch* antena.
4. Bentuk polaradiasi antena hasil perancangan adalah omnidireksional walaupun tidak sama persis dengan simulasi. Hal ini disebabkan kondisi pengukuran yang tidak ideal. Polaradiasi omnidireksional merupakan syarat polaradiasi antena untuk aplikasi *handset*.

## 5.2 Saran

Dalam perancangan antenna biasanya terdapat penyimpangan terhadap spesifikasi dari antenna yang diinginkan, sehingga untuk mendapatkan performansi yang lebih baik ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran antara lain:

1. Meningkatkan kepresisian antenna pembuatan antenna.
2. Pengukuran sebaiknya dilakukan diruangan yang benar-benar memenuhi syarat pengukuran seperti di *anechoic chamber*.
3. Dimensi *patch* dengan menggunakan U-slot masih terlalu besar, untuk mengatasinya bisa dilakukan dengan menggunakan metode lain untuk mendapatkan frekuensi operasi secara multiband pada antenna PIFA seperti L-slot dan metode lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anguera , Jaume, Arnau Cabedo, Cristina Picher, Iván Sanz, Miquel Ribó dan Carles Puente. *Multiband Handset Antennas By Means Of groundplane Modification*. Fractus
- [2] C. Picher, J. Anguera, A. Cabedo, C. Puente, and S. Kahng. *Multiband Handset Antenna Using Slots On The Ground Plane: Considerations To Facilitate The Integration Of The Feeding Transmission Line*. Progress In Electromagnetics Research C, Vol. 7, 95–109, 2009.
- [3] Cabedo, Arnau, Jaume Anguera, Cristina Picher, Miquel Ribó, and Carles Puente. *Multiband Handset Antenna Combining a PIFA, Slots, and Ground Plane Modes*. IEEE transactions on antennas and propagation, vol. 57, no. 9, september 2009.
- [4] Chattha ,Hassan Tariq, Yi Huang, Xu Zhu, and Yang Lu. *An Empirical Equation for Predicting the Resonant Frequency of Planar Inverted-F Antennas*. IEEE antennas and wireless propagation letters, vol. 8, 2009.
- [5] David A. Sánchez-Hernández. 2008 . *Multiband Integrated Antennas for 4G Terminals*. Artech House, Inc.
- [6] Nashaat, Dalia Mohammed, Hala A. Elsadek, and Hani Ghali. *Single Feed Compact Quad-Band PIFA Antenna for Wireless Communication Applications*. IEEE transactions on antennas and propagation, vol. 53, no. 8.
- [7] Nashaat, Dalia Mohammed, Hala A. Elsadek, and Hani Ghali. *Single Feed Compact Quad-Band PIFA Antenna for Wireless Communication Applications*. IEEE transactions on antennas and propagation, vol. 53, no. 8, august 2005.
- [8] Pekka Salonen, Mikko Keskilammi, and Markku Kivikoski. *Single-Feed Dual-Band Planar Inverted- Antenna with U-Shaped Slot*. IEEE Transactions On Antennas And Propagation, Vol. 48, No. 8, August 2000
- [9] Sandika Dwiantara, I Made. *Perancangan dan Implementasi Antenna Array Mikrostrip Bentuk Fraktal Sierpinski Gasket Pada Range Frekuensi (2.3-2.4) GHz*. Institut Teknologi Telkom. 2008. Bandung
- [10] Zhang , Xingyu and Anping Zhao. *Enhanced-bandwidth PIFA Antenna with a Slot on Ground Plane*. PIERS Proceedings, Beijing, China, March 23-27, 2009.