

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA PITA-JAMAK *FRACTAL PLANAR INVERTED-F* UNTUK HANDSET GPS, GSM, UMTS, LTE DAN WIFI

DESIGN AND REALIZATION OF MULTIBAND FRACTAL PLANAR INVERTED-F ANTENNA FOR GPS, GSM, UMTS, LTE AND WIFI HANDSET

Linda Ulifaturrosyidah Purnamasari¹, Heroe Widjanto², Bambang Setya Nugroho³
¹Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹Lindaup@students.telkomuniversity.ac.id, ²heroe@telkomuniversity.ac.id,
³bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perangkat seluler saat ini dituntut untuk memiliki fitur yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan masyarakat. Teknologi seluler nirkabel yang saat ini sedang berkembang di Indonesia adalah Wi-Fi (Wireless Fidelity), GPS, 3G/UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), 3,5G/HSPA (High-Speed Packet Access), dan 4G/LTE (Long Term Evolution). Masing-masing teknologi tersebut memiliki frekuensi kerja yang berbeda-beda. Wi-Fi bekerja pada frekuensi 2400 MHz – 2.483,5 MHz dan 5.725 MHz – 5.825 MHz, 3G/UMTS dan 3,5G/HSPA bekerja pada frekuensi 1.910 – 2.110 MHz, 2.100 MHz – 2.170 MHz, serta 4G/LTE akan bekerja pada frekuensi 1.805 MHz – 1.880 MHz. Salah satu jenis antenna yang dapat digunakan pada perangkat mobile adalah antenna planar Inverted-F (PIFA) karena mereka memiliki desain yang ringan, biaya produksi sederhana dan relatif rendah. Dalam penelitian ini telah dirancang dan direalisasikan antenna Fractal PIFA dikombinasikan dengan dua slot paralel terhadap *Groundplane* sehingga strip berbentuk antenna bekerja di masing-masing frekuensi GPS L2, GSM, UMTS, LTE dan WIFI. Fractal PIFA ini dibentuk dari bahan cooper setebal 0,3 dan substrat yang digunakan adalah udara. Pada frekuensi 1.227 MHz nilai VSWR yang dihasilkan adalah 1,37 dan nilai Gain 1,37 dB, pada frekuensi 1.842,5 MHz nilai VSWR yang dihasilkan adalah 1,7 dan nilai Gain 2,734 dB, pada frekuensi 1960 MHz nilai VSWR yang dihasilkan adalah 1,4 dan nilai Gain 3,5 dB, pada frekuensi 2140 MHz nilai VSWR yang dihasilkan adalah 1,95 dengan nilai Gain sebesar 3,23 dB, pada frekuensi 2.442,5 MHz nilai VSWR yang dihasilkan adalah 2,99 nilai Gain 3,89 dB dan pada frekuensi 5.775 MHz nilai VSWR yang dihasilkan adalah 1,53 dengan nilai Gain 4,227 dB. Sementara pola radiasi yang dihasilkan masing-masing frekuensi adalah omnidirectional dan polarisasi Linear.

Kata Kunci : Planar, PIFA, *fractal*, *Ground plane*, VSWR dan Gain

Abstract

Mobile devices today are required to have features that fit the needs and desires of the community. Wireless cellular technology that is currently being developed in Indonesia is Wi-Fi (Wireless Fidelity), GPS, 3G / UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), 3.5G / HSPA (High-Speed Packet Access), and 4G / LTE (Long Term Evolution). Each of these technologies has a working frequency is different. Wi-Fi works at a frequency of 2.400 MHz – 2.483.5 MHz and 5.725 MHz – 5.825 MHz, 3G / UMTS and 3.5G / HSPA works at frequencies from 1910 to 2110 MHz, 2100 MHz - 2170 MHz, and 4G / LTE will work on frequency of 1.805 MHz – 1.880 MHz. One type of antenna that can be used on mobile devices is a planar inverted-F antenna (PIFA) because they have a lightweight design, simple and production costs are relatively low. In this study has been designed and realized Fractal PIFA antenna combined with two slots parallel to the ground plane so that the strip-shaped antenna is working at each frequency GPS L2, GSM, UMTS, LTE and WIFI. At a frequency of 1.227 VSWR value generated is 1,575 and Gain value of 1,37 dB and at a frequency of 1842.5 MHz VSWR value generated is 1,7 and 2,734 dB is the Gain value, at a frequency of 1960 MHz VSWR value generated is 1.4 and 3.5 dB is Gain value, at a frequency of 2140 MHz VSWR value generated was 1.95 with the value of a gain of 3.23 dB, at a frequency of 2442.5 MHz VSWR value generated is from 2.99 and 3.89 dB Gain value and at a frequency of 5775 MHz VSWR value generated was 1.53 with a value of 4.227 dB Gain. While the radiation patterns produced each frequency is omnidirectional and Linear polarization.

Keyword : Planar, PIFA, fractal, Ground plane, VSWR dan Gain

1. Pendahuluan

Salah satu komponen penting yang dibutuhkan pada *device* ini adalah Antena dan terutama antena pada handset dimana antena ini merupakan antena yang compatible dan dapat beroperasi pada multiband baik pada spectrum G, 2G 3G ,HSPA dan LTE [2]. Sehingga dengan antena multiband ini dapat mencakup spektrum-spektrum komunikasi wireless yang digunakan.. Teknologi LTE memiliki kecepatan 50Mbps pada uplink 100Mbps pada downlinknya. Sedangkan *bandwidth*nya bisa mencapai 20MHz . Tujuan utama dari pengembangan LTE adalah untuk meningkatkan efisiensi spektrum jaringan dan karakteristik perkembangan teknologi selular menurut standart 3GPP [3]. maka dari itu metode yang cocok untuk spesifikasi multiband yang diperlukan adalah Planar Inferted-F antena (PIFA) yang dapat digunakan pada antena device seperti handset dengan desain yang simple serta biaya yang rendah. PIFA ini memiliki radiasi yang attractive dan nilai *return loss* yang kecil sehingga sangat cocok digunakan untuk telknologi 4G. [4] Berdasarkan permasalahan diatas, pada tugas akhir ini telah dirancang dan direalisasikan antenna *Fractal* PIFA yang dikombinasikan dengan *slot* pada *ground plane* berbentuk *strip* sehingga antenna bekerja pada masing masing frekuensi GPS, GSM, UMTS, LTE dan WIFI. Dan hasil realisasi antenna telah mencapai spesifikasi yang diinginkan yaitu pada masing-masing ferkuensi nilai Gain yang dihasilkan ≥ 0 dB, VSWR ≤ 3 , polaradiasi Omnidireksional dan polarisasi linier.

2. Dasar Teori

2.1. Antena

Antena adalah sebuah komponen yang dirancang untuk bisa memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetik. Antena sebagai alat pemancar (*transmitting antenna*) yaitu sebuah transduser (pengubah) elektromagnetis, yang digunakan untuk mengubah gelombang tertuntun di dalam saluran transmisi menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas, dan sebagai alat penerima (*receiving antenna*) mengubah gelombang ruang bebas menjadi gelombang tertuntun [4]

2.2. GSM

Global System for Mobile (GSM) pertama dikenal tahun 1982 dan pertamakali diluncurkan pada tahun 1991 di Eropa. Sebuah jaringan GSM terdiri dari beberapa elemen subsystem yaitu : Network Switching Subsystem (NSS), Base Station Subsystem (BTS), Network Management Subsystem (NMS) yang merupakan jaringan yang diperlukan untuk membenruk sebuah panggilan terdiri atas NSS dan BSS. [6]

2.3. UMTS

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) merupakan salah satu evolusi generasi ketiga (3G) dari jaringan mobile. UMTS juga memenuhi permintaan yang makin berkembang dari aplikasi mobile dan aplikasi internet untuk kapasitas baru sehingga dunia komunikasi mobile makin ramai. UMTS disebut juga sebagai Wideband - Code Division Multiple Access (W-CDMA). [7]

2.4. LTE

3GPP LTE adalah nama yang diberikan untuk standar teknologi komunikasi baru yang dikembangkan oleh 3GPP untuk mengatasi peningkatan permintaan kebutuhan akan layanan komunikasi, LTE adalah lanjutan serta evolusi 2G dan 3G yang memiliki sistem dan juga untuk menyediakan layanan tingkat kualitas yang sama dengan jaringan wired. LTE ini merupakan pengembangan dan teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3.5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G). [9]

2.5. WiFi

Wi-Fi adalah istilah yang digunakan untuk *link* yang menghubungkan dua atau lebih perangkat dalam satu jaringan secara nirkabel. Dalam dunia telekomunikasi, Wi-Fi yang biasa juga disebut WLAN (*Wireless Local Area Network*) mengacu pada keluarga standar IEEE 802.11. Standar yang umum digunakan di Indonesia adalah 802.11b dengan frekuensi kerja 2.40 - 2.4835 GHz, jangkauan maksimum mencapai 100m di *indoor* dan 300m di *outdoor* serta kecepatan maksimum 11 Mbps, sedangkan Wi-Fi 802.11g dan Wi-Fi 802.11n merupakan teknologi yang lebih baru dari Wi-Fi 802.11b dengan frekuensi kerja yang sama namun kecepatan yang lebih tinggi dan jangkauan yang lebih luas. [10]

2.6. PIFA

Menurut jurnal “An Empirical Equation for Predicting the Resonant Frequency of Planar Inverted-F Antenna” [11], frekuensi resonan dari antena PIFA dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut

$$f_0 = \frac{c}{W+L} \tag{2.1}$$

dengan:

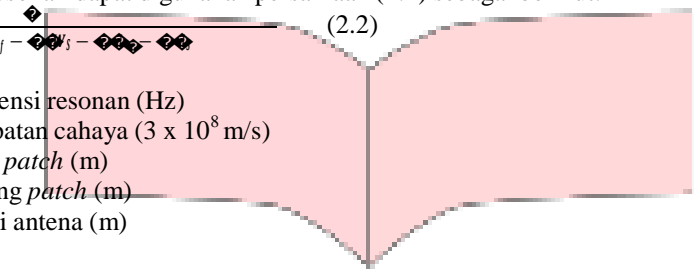
- f_0 = Frekuensi resonan (Hz)
- c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
- W = Lebar *patch* (m)
- L = Panjang *patch* (m)

Namun persamaan tersebut tidak terlalu tepat karena banyak faktor lain yang mempengaruhi frekuensi resonan, seperti tinggi antena, lebar *feed*, lebar *short*, posisi *feed*, dan posisi *short*. Menurut jurnal yang sama [13], untuk menentukan frekuensi resonan dapat digunakan persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$f_0 = \frac{c}{W + L + \dots} \tag{2.2}$$

dengan:

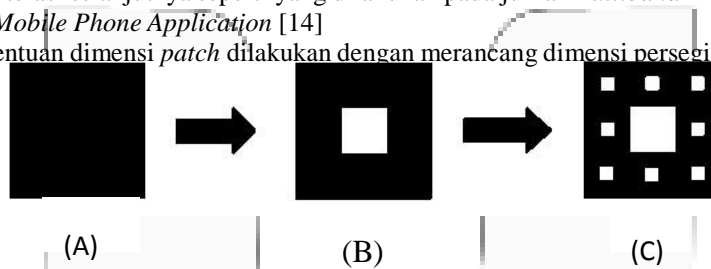
- f_0 = Frekuensi resonan (Hz)
- c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
- W = Lebar *patch* (m)
- L = Panjang *patch* (m)
- h = Tinggi antena (m)



2.7. Fraktalisasi Antena

Sierpinski Carpet juga dapat dilakukan dengan mencari panjang sisi persegi terbesar terlebih dahulu kemudian menguranginya dengan iterasi selanjutnya seperti yang dilakukan pada jurnal *Multiband Fractal Planar Inverted F Antenna (F-PIFA) For Mobile Phone Application* [14]

Pada penelitian ini, penentuan dimensi *patch* dilakukan dengan merancang dimensi persegi terbesar sebagai iterasi ke-0.



Gambar 2. 1 (a) *Fractal* iterasi ke-0 (b) *Fractal* Iterasi ke-1 (c) *Fractal* Iterasi ke-2
Iterasi 0 didapat dengan menggunakan rumus [14]:

$$x = \frac{c}{f} \tag{2.3}$$

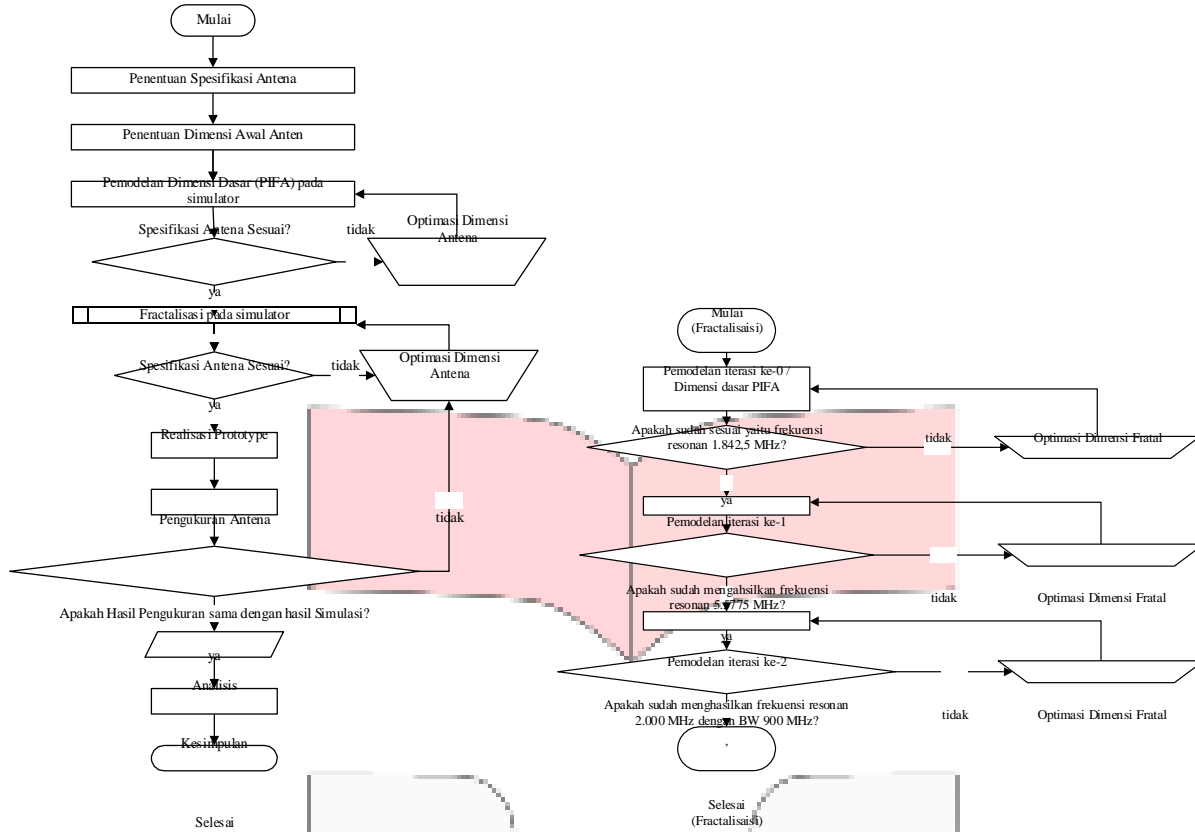
Keterangan:

- x = sisi persegi
- c = Kecepatan cahaya 3×10^8 m/s
- f = Frekuensi

3. Perancangan dan Simulasi

3.1 Perancangan Antena PIFA

Untuk merealisasikan suatu antena dibutuhkan perancangan yang sistematis. Perancangan dilakukan dengan maksud agar antena yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Antena yang dirancang adalah antena PIFA dengan *slot* berbentuk *Fractal* pada *Patch*. Teknik pencatutan yang digunakan adalah *prob* koaksial. Proses perancangan ini dilakukan dengan software berbasis FIT. Berikut Diagram alir perancangan Antena PIFA

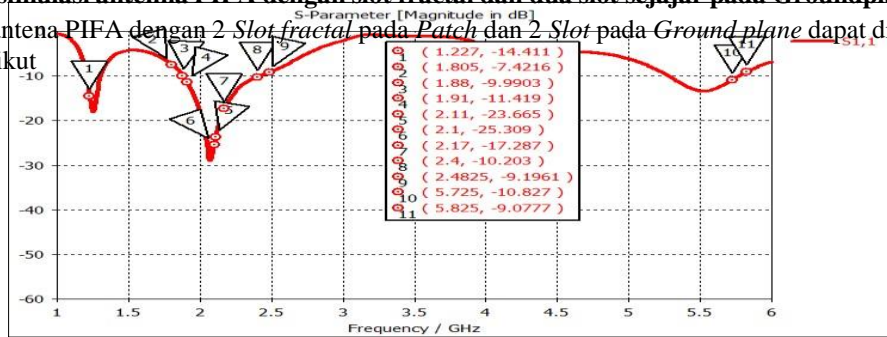


Gambar 3.1 Diagram Alir Fraktalisasi

Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan antenna PIFA

3.2 Hasil simulasi antenna PIFA dengan slot fractal dan dua slot sejajar pada Groundplane

Hasil optimasi antenna PIFA dengan 2 Slot fractal pada Patch dan 2 Slot pada Ground plane dapat ditunjukkan Gambar 3.3 berikut



Gambar 3.3 Grafik nilai return loss terhadap frekuensi akibat 2 slot pada ground plane

3.3 Hasil Perancangan dan simulasi

Dimensi Hasil Perancangan dapat ditunjukkan oleh table 3.1 berikut

Tabel 3.1 Dimensi PIFA setelah Optimasi

Parameter	Dimensi Sebelum Optimasi (mm)	Dimensi Setelah Optimasi (mm)	Keterangan
W	28	25,5	Lebar patch
L	32,5	35	Panjang patch
H	4	5	Tinggi antenna
W _f	1,2	1,2	Lebar feed
W _s	22	10	Lebar short

L_b	4,5	6,9	Jarak antara <i>short</i> dan <i>feed</i>
L_s	0	0	Jarak <i>short</i> dari ujung <i>patch</i>
W_g	30	34	Lebar <i>ground plane</i>
L_g	60	60	Panjang <i>ground plane</i>
F_1	17,85	9	Lebar <i>slot</i> iterasi 1
F_2	17,85	5	Lebar <i>slot</i> iterasi 2
J_1	1	10,5	Jarak Horizontal <i>Feeder</i> dari <i>short</i>
J_2	1	18	Jarak vertical <i>Feeder</i> dari <i>short</i>
D_1	1	10	Jarak vertical <i>slot</i> 1 dari <i>short</i>
D_2	1	10	Jarak Horizontal <i>slot</i> 1 dari <i>short</i>
m	15,625	3	Jarak antara <i>slot</i> 1 dan <i>slot</i> 2
t_{cp}	0,3	0,3	Tebal Cooper
Sd_2	1	2	Jarak <i>Slot</i> 1 <i>ground plane</i> ke <i>slo</i> 2
SP_1	-	20	Panjang <i>Slot</i> 1
SP_2	3	30	Jarak <i>slot</i> 2 dari ujung <i>patch</i>
SL_1	1	1	Lebar <i>slot</i> 1 <i>ground plane</i>
SL_2	1	3	Lebar <i>slot</i> 2 <i>ground plane</i>
S_j	1	27	Jarak <i>Slot</i> 1 <i>ground plane</i> dari <i>short</i>

3.4 Realisasi Antena

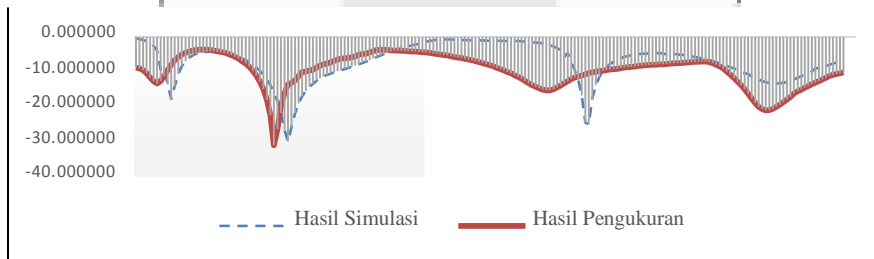
Realisasi antena adalah tahap pembuatan antena. Antena *Fractal* PIFA ini di buat secara manual dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Realisasi antena dapat ditunjukkan oleh Gambar 3.4 berikut



Gambar 3. 4 Realisasi Antena

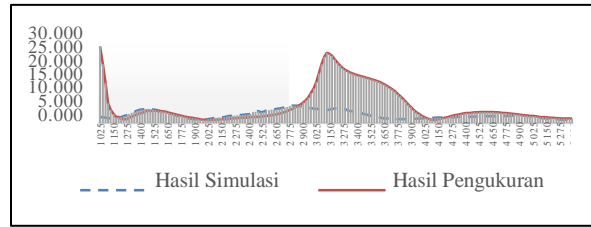
3.5 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan hasil simulasi

Perbandingan antara nilai *return loss* pada simulasi dan pada hasil pengukuran ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3. 5 Perbandingan nilai return loss pada simulasi dengan nilai hasil pengukuran

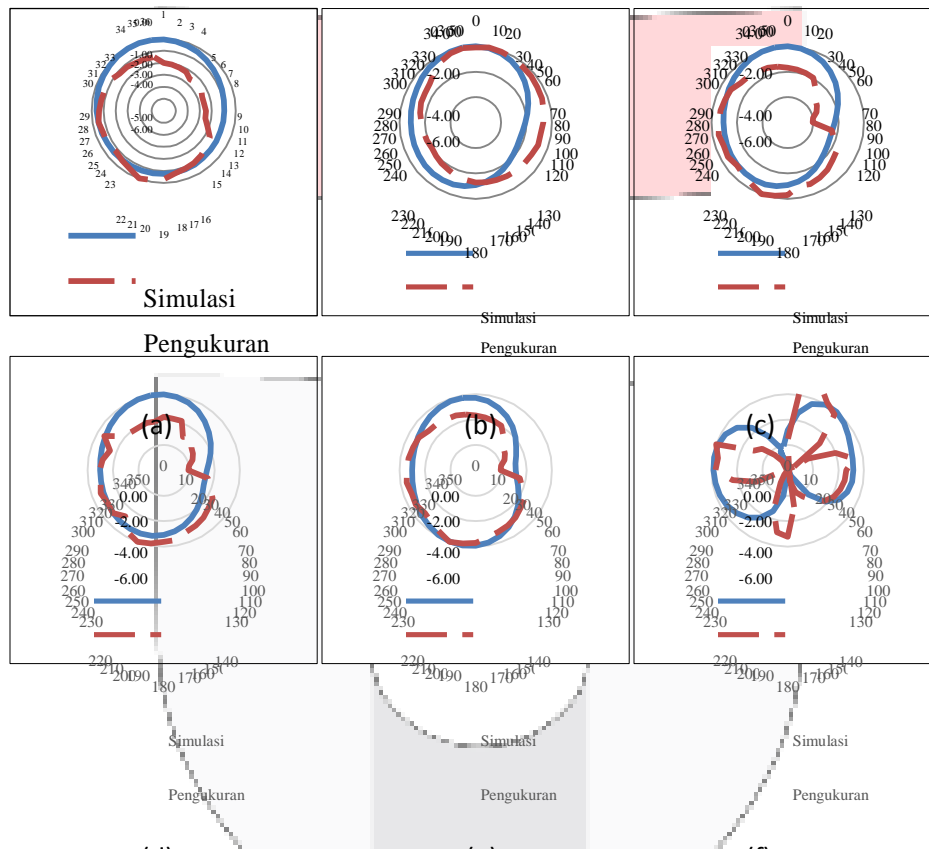
Dan untuk perbandingan nilai *VSWR* hasil simulasi dan pengukuran dapat ditunjukkan Gammbar 3.6 berikut.



Gambar 3. 6 Nilai VSWR Hasil Simulasi dan Pengukuran

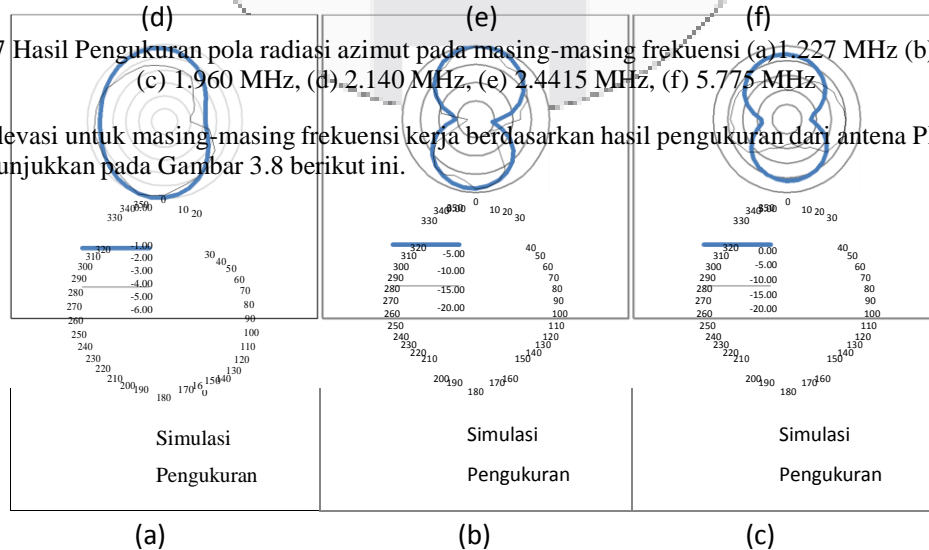
3.6 Polaradiasi Hasil Simulasi dan Pengukuran

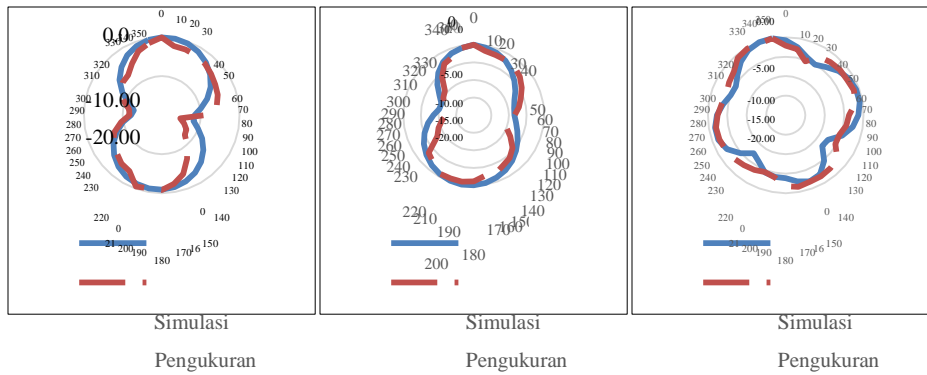
Pola radiasi azimuth untuk masing-masing frekuensi kerja berdasarkan hasil pengukuran dari antenna PIFA yang telah direalisasi ditunjukkan pada Gambar 3.7 berikut ini.



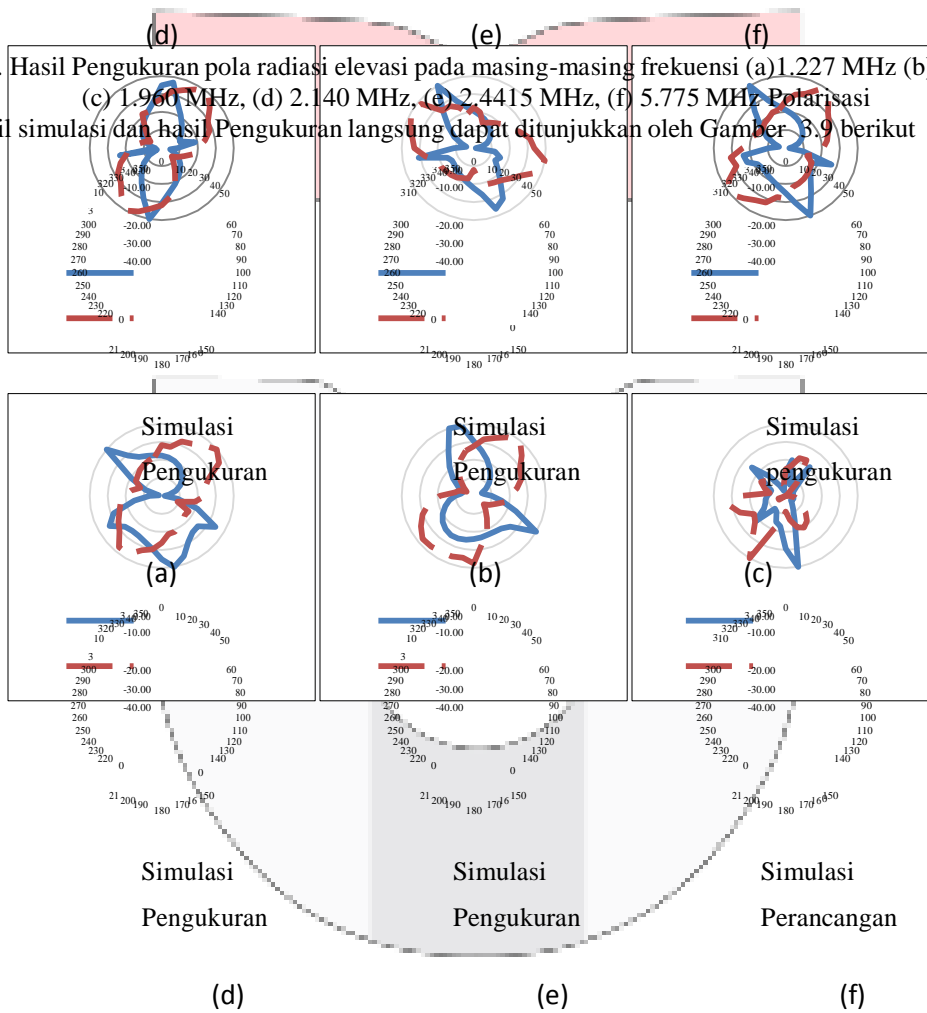
Gambar 3. 7 Hasil Pengukuran pola radiasi azimuth pada masing-masing frekuensi (a)1.227 MHz (b)1.842,5 MHz, (c) 1.960 MHz, (d) 2.140 MHz, (e) 2.4415 MHz, (f) 5.775 MHz

Pola radiasi elevasi untuk masing-masing frekuensi kerja berdasarkan hasil pengukuran dari antenna PIFA yang telah direalisasi ditunjukkan pada Gambar 3.8 berikut ini.





Gambar 3. 8. Hasil Pengukuran pola radiasi elevasi pada masing-masing frekuensi (a)1.227 MHz (b)1.842,5 MHz, (c) 1.960 MHz, (d) 2.140 MHz, (e) 2.4415 MHz, (f) 5.775 MHz. Polarisasi hasil simulasi dan hasil Pengukuran langsung dapat ditunjukkan oleh Gambar 3.9 berikut



Gambar 3. 9 Polarisasi pada masing-masing frekuensi (a)1.227 MHz (b)1.842,5 MHz, (c) 1.960 MHz, (d) 2.140 MHz, (e) 2.4415 MHz, (f) 5.775 MHz

3.7 Hasil Pengukuran Gain

Nilai gain berdasarkan hasil simulasi dan hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Perbandingan antara nilai gain pada simulasi dan pada hasil pengukuran

Tabel 3. 2 Hasil Pengukuran Gain

Frekuensi	Gain Simulasi (dB)	Gain Pengukuran (dB)
1.227	1,26	1,37
1.842,5	2,47	2,73
1.960	3,02	3,5
2.140	3,06	3,23

2.441,5	2,5	3,7
5.775	4,28	4,227

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan dan realisasi antenna *Fractal* PIFA ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan *slot* pada *patch* antenna PIFA dapat berfungsi untuk menghasilkan frekuensi resonan baru, sedangkan *slot* pada *ground plane* berfungsi untuk memperlebar *bandwidth*.. Penambahan satu *slot* baru pada *patch* berfungsi untuk menambah satu frekuensi resonan baru, 2 *slot* pada *patch* untuk frekuensi resonan berikutnya dan seterusnya. Untuk penambahan *slot* pada *ground plane* berfungsi untuk memperlebar *bandwidth* pada frekuensi tertentu sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan
2. Antena yang dirancang dapat bekerja secara pada frekuensi yang telah ditentukan, yaitu pada frekuensi 1.227 MHz, 1.805 MHz – 1.880 MHz, 1.910 – 2.110 MHz, 2.110 MHz – 2.140 MHz, 2.400 MHz – 2.483,5 MHz, dan 5.725 MHz – 5.825 MHz. Terdapat pergeseran frekuensi setelah antenna direalisasikan. Akan tetapi antenna masih dapat bekerja pada frekuensi kerja yang telah ditentukan. Pergeseran frekuensi tersebut disebabkan karena kurang presisi

5. Referensi

- [1] T. A. R. A. A. 6. Nassrin Ibrahim Mohamed Elamin, ""New Adjustable Slot Meander Patch Antenna for 4G Handheld Devices", " *IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS*, p. 12, 2013.
- [2] c.-J. park, "a study on fan type PIFA for LTE band Handy-Phone Application," *proceeding of the asia-pacific microwave conference*, p. 1, 2011.
- [3] "modified wideband planar inverted-F antenna with double shorting stubs for portable device," *the 8th european conference on antennas and propagation (EuCAP)*, p. 1, 2014.
- [4] R. Sanusi, "IMPLEMENTASI DAN ANALISIS ANTENA PIFA MIMO 4 X 4 UNTUK APLIKASI HANDSET TDD-LTE PADA FREKUENSI 2.3 GHZ - 2.6 GHZ," in *IMPLEMENTASI DAN ANALISIS ANTENA PIFA MIMO 4 X 4 UNTUK APLIKASI HANDSET TDD-LTE PADA FREKUENSI 2.3 GHZ - 2.6 GHZ*, bandung, telkom university, 2013.
- [5] A. A. H. A. R. B. A. P. J. S. N. A. Saidatul, "MULTIBAND FRACTAL PLANAR INVERTED F ANTENNA," *Progress In Electromagnetics Research B*, Vol. 14, 127–148, 2009.
- [6] H. Setyawan, "Prinsip Kerja Telpon Seluler," *USU repository*, 2008.
- [7] K. Suhari, "Global System for Mobile," *GSM*, no. <http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/Kasman%20Suhari%202.pdf>, p. 10, 2009.
- [8] Y. Sugiyanto, "Arsitektur Jaringan UMTS," in *Arsitektur Jaringan UMTS*, Jakarta, mobileIndonesia.
- [9] R. S. Saidah Suyuti, "STUDI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI 4G – LTE," *Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*, p. 62, 2011.
- [10] H. F. Assidiq, "Kupas Tuntas Wifi," *SuryaUniv-Kupas-Tuntas-Wifi*, p. 2013.
- [11] T. University, "digilab.tes.telkomuniversity.ac.id," [Online]. Available: www.digilab.tes.telkomuniversity.ac.id. [Accessed Monday December 2015].
- [12] Y. H. X. Z. Y. L. Hassan Tariq Chatta, "An Empirical Equation for Predicting the Resonant Frequency of Planar Inverted-F Antennas," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 8, pp. 856 - 860, 2009.
- [13] S. a. S. P. Kumar, "On Investigation of A Sierpinski's Carpet Microstrip Fractal Antenna," *International Journal of Engineering Science and Advanced Technology*, no. 2, pp. 200-203, 2012.
- [14] M. K. d. I. R. Indonesia, "Peraturan menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia No.25 Tahun 2014," in *Alokasi Frekuensi Radio Republik Indonesia*, 2014, p. 129.