RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN SLOT PERSEGI PANJANG DAN TUNING STUB BERBENTUK HURUF U (U-SHAPED) UNTUK APLIKASI WIMAX (2300-2400 MHZ)

DESIGN AND REALIZATION RECTANGULAR MICROSTRIP SLOT ANTENNA AND USHAPED TUNING STUB FOR WIMAX APPLICATION

Badai Teguh Pribadi[1], Heroe Wijanto[2], Bambang Setia Nugroho[3]

[1]Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Antena mikrostrip mempunyai beberapa keunggulan diantaranya bentuknya kecil, ringan, sederhana, dan dapat menyesuaikan dengan tempat dimana antena tersebut dipasang (conformal). Selain mempunyai keunggulan antena mikrostrip juga mempunyai kekurangan yaitu bandwidth sempit dan penguatan (gain) yang rendah. Salah satu teknik untuk mengatasi masalah bandwith yang sempit yaitu dengan menambahkan teknik U-Shaped Tuning Stub pada saluran mikrostrip di bawah elemen radiating slot.

Pada tugas akhir ini yaitu merancang dan mengimplementasikan microstrip slot antenna dengan bentuk slot rectangular dengan tuning stub berbentuk huruf U (U-Shaped Tuning Stub) yang bekerja pada frekuensi 2300- 2400 Mhz sehingga dapat mendukung komunikasi pada WiMAX. Bandwidth sebesar 100 MHz terhadap nilai VSWR = 1.5. Sedangkan jenis substrat yang digunakan adalah Epoxy FR4 dengan nilai permitivitas relatif = 4,4.

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan Ansoft HFSS 9.2 didapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi antenna, pada frekuensi tengah 2.350 GHz dengan batas VSWR 1.5 didapatkan bandwith 2220 – 2470 MHz, impedansi input 48,36 + j16,13 ? dan gain antenna 5.247 dBi. Setelah melakukan perancangan dengan Ansoft HFSS 9.2, dilakukan realisasi antenna berdasarkan hasil simulasi. Hasil pengukuran prototype antenna meliputi VSWR, impedansi, pola radiasi, dan gain antena mempunyai beberapa perbedaan dengan hasil pengukuran, yaitu pada VSWR 1.5 hasil pengukuran didapatkan bandwith 2153- 2460 MHz, impedansi 42.24 + j8.267 ? dan gain antenna 6.103 dBi. Tetapi perbedaan tersebut telah memenuhi spesifikasi dengan antenna hasil simulasi. Perbedaan ini disebabkan keadaan lingkungan pada saat melakukan pengukuran yang tidak ideal.

Kata Kunci : Slot, U-Shaped Tuning Stub, WIMAX

Abstract
Microstrip antenna have some strong point such as small, light, simple, and conformal. Besides having strong point, microstrip antenna also have lack point such as narrow bandwith and low gain. One of the technique to overcome the problem of narrow bandwith that is by enhancing technique of U-Shaped Tuning Stub at microstrip line under element of radiating slot.

This final project to design and implementation of rectangular microstrip slot antenna and U-shaped tuning stub at operation frequency 2300-2400 MHz can support WiMAX communication. The antenna bandwith 100 MHz about VSWR 1.5. While type of substrate used Epoxy FR4 with relative permitivity 4.4. The simulations are done in making this antenna using Ansoft HFSS 9.2.

The simulation using Ansoft HFSS 9.2 have result accordance with the spesification of the antenna, with a limit VSWR 1.5 at frequency range 2220 – 2470 MHz with center frequency 2.35 GHz. After doing the design in Ansoft HFSS 9.2, made the realization of the antena according of the simulation result. Measurement result of the antenna prototype such as VSWR, impedance, radiation pattern, and antenna gain have a different, such as at VSWR 1.5 the bandwith measurement result is 2153-2460 MHz, the input impedance 42.24 + j8.267 ? and antenna gain is 6.103 dBi. But a result to complete with the spesification of the antenna. The difference is due to the environment during the measurement which is not ideal.

Keywords : Slot, U-Shaped Tuning Stub, WiMAX

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antena mikrostrip saat ini adalah antenna yang paling populer digunakan untuk komunikasi *wireless* karena keunggulan-keunggulan yang dimilikinya. Antena mikrostrip memiliki dimensi yang kecil, bobot yang ringan, *conformal*, dan kompak. Selain itu juga terdapat kekurangan yaitu *bandwidth* yang sempit dan *gain* yang rendah. Agar didapatkan karakteristik *bandwidth* lebar maka saluran mikrostrip sebagai pencatu diletakkan di bawah elemen peradiasi (*slot*) dan untuk mendapatkan efek kopling elektromagnetik, teknik pencatuan ini disebut juga dengan *coupled feed.*

Pada teknik pencatuan secara kopling elektromagnetik umumnya menggunakan dua jenis elemen peradiasi yaitu dengan *patch* dan *slot*. Pada *patch* digunakan dua substrat, dimana lapisan pertama terdapat patch antena segi empat dengan bagian bidang pertanahannya dihilangkan dan lapisan kedua digunakan sebagai pencatu saluran mikrostrip dengan bagian bawah sebagai bidang tanah. Kedua substrat dapat berbeda ketebalan dan konstanta dielektrik relatif. Teknik ini disebut sebagai *proximity coupling* untuk *microstrip patch antenna.* Teknik ini sulit dibuat karena adanya banyak lapisan dan sulit dalam proses *matching* antar substrat.

Pada teknik *coupled feed* dengan menggunakan elemen peradiasi berupa *slot* dapat menggunakan satu lapisan *substrat*, dimana konduktor bagian atas digunakan sebagai elemen peradiasi dan sekaligus untuk bidang pertanahan (*ground-plane*). Sedangkan konduktor bagian bawah digunakan untuk *microstripe line* sebagai pencatu. Sedangkan pada. *Dengan* memodifikasi *coupled feed* yaitu menambahkan *stub* bercabang dua menyerupai huruf "U" pada saluran pencatu maka konfigurasi ini biasanya disebut juga dengan *U-Shaped Tuning Stub*, sehingga didapatkan bentuk antenna yang sederhana dan efisien dalam penggunaan substrat. Konfigurasi seperti mempunyai keuntungan yaitu untuk mendapatkan efek kopling yang lebih kuat, maka faktor kualitas Q akan menurun, seiring menurunya faktor Q, maka dapat meningkatkan *bandwith* dari antenna mikrostrip tersebut.

Pada slot yang berbentuk *rectangular*, dimensi panjang dan lebar *slot* tersebut akan berpengaruh terhadap frekuensi kerja antenna. Sedangkan konfigurasi *U-Shaped* sendiri juga berpengaruh terhadap impedansi antenna, sehingga akan berpengaruh

terhadap VSWR dan selanjutnya akan berpengaruh terhadap bandwith antenna. Maka pada tugas akhir ini akan dianalisis sejauh mana modifikasi pada *slot* dan *U-Shaped* akan mempengaruhi frekuensi kerja serta bandwith antenna.

Sehingga dengan bandwith antena yang lebar dapat digunakan untuk mendukung komunikasi WiMAX dengan frekuensi 2300-2400 MHz. Antena ini diharapkan diposisikan sebagai antenna *access point* pada WiMAX dengan konfigurasi *Hotspot* (*point to multipoint*) untuk *bidirectional coverage area*. Pada tugas akhir ini melakukan perancangan dan mengimplementasikan antenna mikrostrip yang berbentuk *slot rectangular* dengan menambahkan teknik *U-Shaped Tuning Stub* sehingga dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya, kemudian membandingkan antenna hasil simulasi dengan antenna hasil pengukuran.

1.2 Tujuan

1. Merancang dan mengimplementasikan hasil rancangan antenna mikrostrip *slot* berbentuk *rectangular* dengan menambahkan teknik *U-Shaped Tuning Stub*
2. Antena yang telah dibuat diharapkan dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya untuk mendukung komunikasi WiMAX pada frekuensi 2300 -2400 MHz.
3. Memahami karakteristik antena *microstrip slot* bentuk *rectangular* dengan U-*shaped Tuning* dalam mempengaruhi *bandwith* antenna.
4. Membandingkan antena hasil simulasi dengan hasil pengukuran.

1.3 Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang antenna mikrostrip dengan *slot* berbentuk *rectangular* yang meliputi menentukan dimensi antenna dengan perhitungan dan menetukan *U-Shaped Tuning Stub* pada *microstrip line*.
2. Bagaimana mensimulasikan hasil rancangan awal dari antenna mikrostrip tersebut ke dalam software simulator Ansoft HFSS 9.2 sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi antenna yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Mengimplementasikan hasil rancangan dan melakukan pengukuran parameter-parameter antenna yang telah dibuat,
4. Bagaimana perbandingan antara analisis hasil pengukuran dan pengujian menggunakan *software simulator*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah tugas akhir ini meliputi spesifikasi teknis antena mikrostrip yang akan dirancang antara lain:

- Antena yang dirancang menggunakan *single slot* dengan bentuk *rectangular* dan *U-shaped tuning stub* sebagai saluran pencatu
- Simulasi antena menggunakan prinsip *Finite Element Method* dan proses perhitungan metode tersebut dilakukan dengan bantuan *software* Ansoft HFSS 9.2
- Pencatuan menggunakan *microstrip line*
- Bahan antenna yang digunakan adalah *Epoxy* FR4 dengan tebal h = 1.6 mm, substrat e_{ef} = 4.4 dan lapisan konduktor berupa tembaga.
- Antena diletakkan pada sisi BTS
- Proses pabrikasi antenna dengan *fotoetching*
- Frekuensi kerja antenna 2300-2400 MHz
- Konektor yang digunakan adalah SMA *Female*

1.5 Metode Penelitian

Untuk menyelesaikan pengerjaan tugas akhir dan mencapai tujuan spesifik yang telah ditetapkan, dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut :

- Tahap desain antena dan penghitungan dimensi

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan manual mengenai dimensi antenna untuk mendapatkan antena dengan spesifikasi yang diinginkan sesuai dengan yang telah dipelajari sebelumnya.

- Tahap simulasi dan optimasi

Melakukan simulasi desain antena yang dibuat dengan *Ansoft HFSS 9.2* Optimasi antenna dilakukan dengan iterasi mendapatkan antena spesifikasi yang diinginkan namun dengan perhitungan yang relevan. Menguji efek dari perubahan ukuran sub-dimensi antenna terhadap karakteristik bandwith.

- Tahap implementasi

Hasil perancangan berupa antena *microstrip slot* dengan *U-Shaped Tuning Stub* telah sesuai. Maka akan dipabrikasi dengan dimensi sesuai hasil simulasi menggunakan *Ansoft HFSS 9.2*

- Tahap pengukuran dan pengujian

Mengukur dan menguji antenna tang telah dibuat. Hasil yang didapat dari pengukuran akan dibandingkan dengan hasil simulasi dan kemudian dianalisis.

- Penulisan laporan penelitian

Tahap selanjutnya adalah evaluasi dan tindak lanjut dari analisis perbandingan hasil pengukuran dengan hasil simulasi. Hasil perancangan, simulasi dan pengukuran kemudian dituliskan dalam laporan tugas akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan uraian singkat mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Berisikan uraian dasar-dasar teori antena yang berkaitan dengan antena yang dirancang.

BAB III : PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA

Berisikan rancang bangun antena dengan perhitungan dan mensimulasikan hasil rancangan tersebut.

BAB IV : PENGUKURAN DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN

Berisikan hasil pengukuran dan analisis antena yang meliputi pengukuran impedansi, pengukuran VSWR, pengukuran bandwidth, pengukuran pola radiasi, pengukuran polarisasi dan pengukuran *gain* berikut analisis hasil pengukuran.

BAB V: PENUTUP

Berisikan kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan proses perencanaan, simulasi, pembuatan dan pengukuran antenna mikrostrip *slot* dengan *U-Shaped Tuning Stub* ini maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini :

1. Bandwith spesifikasi perancangan tercapai dari hasil spesikasi semula sebesar 100 MHz pada frekuensi tengah 2,35 GHz, sedangkan hasil dari pengukuran dengan batas VSWR $\leq$ 1.5 didapatkan bandwith sebesar 307 MHz.
2. Nilai impendansi terminal antena pada frekuensi tengah 2,35 GHz perancangan adalah (42.24 + j8.267) O terdapat perbedaan dengan spesifikasi semula tetapi masih dapat ditolerir.
3. Pola radiasi yang didapat dari hasil simulasi dan pengukuran antenna adalah bidireksional.
4. *Gain* hasil pengukuran pada frekuensi perancangan sebesar 6.103 dBi lebih besar daripada gain hasil simulasi yaitu sebesar 5,247 dBi. Hal ini disebabkan karena kondisi lingkungan saat pengukuran tidak ideal sehingga dipengaruhi oleh sinyal *multipath* sehingga memberikan kontribusi terhadap level daya terima *AUT*.
5. Polarisasi yang dihasilkan pada pengukuran antenna adalah elips. Terdapat perbedaan dengan spesifikasi dengan polarisasi linier karena kondisi lingkungan pada saat pengukuran tidak ideal.
6. Modifikasi pada dimensi *slot* dan *U-Shaped Tuning Stub* dapat digunakan untuk mengubah frekuensi kerja dan frekuensi resonansi yang diinginkan, sehingga berpengaruh terhadap nilai VSWR yang pada akhirnya mempengaruhi lebar bandwith.
7. Antena ini dapat mendukung komunikasi WiMAX/WiFi yang bekerja pada frekuensi 2300-2400 MHz/2400-2448 MHz dapat aplikasikan untuk *access point* (Konfigurasi *Hotspot*) untuk meng-*cover* pada daerah "*long corridor or hallway antenna*" dan *ceiling mount antenna*.

5.2 Saran

Dari hasil yang diperoleh pada Tugas Akhir ini, agar bisa mendapatkan performansi antena yang baik, maka perlu diperhatikan beberapa saran berikut ini :

1. Untuk mendapatkan *Gain* yang lebih besar perlu dikembangkan menjadi antenna *array*.
2. Pengukuran antena di ruang tanpa gema *(anechoic chamber)* akan mengurangi efek *multipath* gelombang elektromagnetik.
3. Digunakan antena referensi yang terstandarisasi dan diketahui nilai penguatannya terhadap dBi atau dBd sehingga tingkat pengukuran gain lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Kurniawan, Iskandar, A. Salbiyono, and M. Imaduddin, " An Array of Four Triangular Slot Antennas with Rectangular Tuning Stub for Dual-Band Wireless LAN Applicatons, '*The 4th International Conference TSSA*, Dec. 2007.

[2] Balanis, Constantinea, *"Antenna Theory Analysis and Design"*, Harper &nRow, New York, 1982.

[3] Garg, R., Bhartia, P., Bahl, I., and Ittipiboon, A. (2001),"*Microstrip Antenna Design Handbook*", ArtechHouse, Noorwod.

[4] Imaddudin, M, "An Array of Four Triangular Slot Antennas with Rectangular Tuning Stub for Dual-Band Wireless LAN Applications". School of Electrical Engineering and Informatics, ITB,2008.

[5] Fitri, Iskandar, " Antenna Wideband Mikrostrip slot Array 8 Elemen" *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS, Vol. 17, No. 4, November 2007*

[6] James, JR dan Hall PS,. (1989), " *Handbook of Microstrip Antennas*". Peter Peregrinus Ltd, London

[7] Kahrizi,M., Sarkar K,. (1993), " Analysis of a Wide Radiating Slot in the Ground Plane of a Microstrip Line", *IEEE Transaction of Microwave Theory and Technique*, Vol. 41, No.1

[8] Kraus, J.D dan Marhefka, R.J. (2002), *"Antennas for All Applications"*. Mc Graw-Hill

[9] S. Gai, Y.-C. Jiao, Y.-B. Yang, C.-Y. Li, and J.-G. Gong, *"Design of a Novel Microstrip-Fed Dual-Band Slot Antenna for WLAN Application"*, National Key Laboratory of Antennas and Microwave Technology Xidian University Xi'an, Shaanxi 710071, China

[10] Wijaya, Bhijanta, "*Perencanaan dan Implementasi Antena Mikrostrip Sierpinski Carpet Multiband menggunakan substrat Alumina* (Al_2O_3) *Dengan Teknologi Thick Film"*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2010.

[11] Wendi, Setiawan, "*Perancangan dan Realisasi Antena Array Patch Rectangular pada Frekuensi 2300-2400 Mhz"*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2009

[12] Salbiyono, Anugrah " *Desain dan Realisasi antenna mikrostrip dengan slot segitiga dan tuning stub segiempat untuk aplikasi WLAN*", Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2008.

Telkom University