

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP-PATCH BERBASIS METAMATERIAL UNTUK APLIKASI DONGLE WIMAX IEEE 802.16E

Revalddy Ichwan¹, Bambang Setia Nugroho², Tody Ariefianto Wibowo³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Antena adalah salah satu elemen penting dalam dunia telekomunikasi. Akhir-akhir ini perkembangan antena compact semakin berkembang pesat, hal ini diakibatkan oleh meningkatnya permintaan perangkat-perangkat telekomunikasi yang semakin kecil. Karena itu, dalam hal ini penulis mengajukan antena mikrostrip-patch berbasis metamaterial untuk memenuhi permintaan tersebut, karena penggunaan metamaterial dapat mengurangi dimensi antena yang cukup signifikan dibandingkan dengan dimensi antena mikrostrip-patch konvensional. Hal ini terbukti dalam berbagai penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

Dengan pendekatan konsep saluran transmisi Composite Left Handed (CRLH), penulis mendesain antena mikrostrip-patch berbasis Metamaterial yang berkerja pada rentang frekuensi 2,3 - 2,4 Ghz sehingga dapat mendukung aplikasi mobile wimax yang akan difungsikan sebagai penerima (dongle). Selain itu antena harus memiliki gain diatas 0 dbi. Sedangkan jenis substrat yang digunakan adalah FR4-HF (Fiberglass Epoxy Resin-High frequency) yang memiliki konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4,04$.

Antena hasil realisasi mampu bekerja pada rentang frekuensi 2,3 - 2,4 Ghz dan mempunyai frekuensi resonansi yang berada pada 2,4 Ghz dengan bandwidth 270 MHz untuk VSWR di bawah 1,5. Antena ini memiliki gain 0,03 dbi sehingga antena ini mampu dialokasikan untuk aplikasi dongle WIMAX. Selain itu penggunaan metamaterial dapat mengurangi ukuran antena hingga 70 % dari antena konvensional.

Kata Kunci : antena Mikrostrip , Metamaterial, CLRH, WIMAX

Abstract

Antenna is one of the important element in the world of telecommunications. Lately, the development of compact antenna is growing rapidly, this is caused by the increasing demand for telecommunication devices which are getting smaller. Therefore, the writer proposes a microstrip-patch antenna based on metamaterial to fulfill the demand. It is also caused by the use of metamaterial which can reduce the antenna dimensions which are quite significant compared to the dimensions of a microstrip-patch antenna which are conventional. This was proven in various studies that had been done before.

With this approach, the concept of composite left handed transmission line (CRLH), the writer designs a microstrip-patch antenna based on metamaterial that works in the range of frequency 2,3-2,4 Ghz so that it can support mobile WIMAX application that will function as a receiver (dongle). Besides that, the antenna must have gain more than 0 dbi. The type of substrate used is FR4-hf (fiberglass epoxy resin-high frequency) which has a dielectric constant $\epsilon_r = 4.04$.

The realization of antenna can operate in the range of frequency 2,3 - 2,4 Ghz and has resonant frequency at 2,4 Ghz with 270 MHz bandwidth frequency for VSWR below 1,5. This antenna has gain 0,03 dbi, so that antenna is able to be allocated for dongle WIMAX application. In addition the use metamaterial antenna can reduce the size of up to 70% of the conventional antenna

Keywords : Microstrip Antenna , Metamaterial, CLRH, WIMAX

BAB I

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya permintaan antena compact yang mengharuskan memiliki dimensi yang sangat kecil, maka dari itu dalam hal ini penulis mengajukan antena mikrostrip-patch berbasis metamaterial untuk memenuhi permintaan tersebut, penggunaan *metamaterial* dapat mengurangi dimensi antena yang cukup signifikan dibandingkan dengan dimensi antena mikrostrip patch konvensional. Hal ini terbukti dalam berbagai penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya [1] [5] [7].

Dengan pendekatan konsep saluran transmisi *Composite Left Handed (CRLH)*, penulis mendesain antena mikrostrip-patch berbasis *Metamaterial* yang berkerja pada frekuensi 2,3 Ghz dan mempunyai gain diatas 0 db, sehingga dapat mendukung aplikasi *mobile WIMAX* yang akan difungsikan sebagai penerima (*dongle*). Sedangkan jenis substrat yang digunakan adalah FR4-HF (Fiberglass Epoxy Resin-High frequency) yang memiliki konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4,04$

WIMAX adalah salah satu bentuk yang digunakan untuk menyambungkan alat-alat elektronik secara nirkabel yang sesuai dengan standar IEEE 802.16. Nama WIMAX diciptakan oleh WIMAX forum yang dibentuk pada tahun 2001. Sedangkan standar WIMAX yang mendukung aplikasi *portable* dan *mobile* adalah IEEE 802.16e [21]. WIMAX forum menetapkan rentang frekuensi untuk *mobile Wimax* yaitu 2,3 Ghz – 2,4 Ghz. Maka dalam hal ini, penulis juga memperhatikan *bandwith* yaitu sebesar 100 Mhz agar antena dapat bekerja di rentang frekuensi tersebut. Sedangkan yang dimaksud dengan *dongle WIMAX* disini, merupakan sebuah perangkat portable yang membutuhkan port USB untuk memungkinkan PC/Laptop mempunyai koneksi WIMAX [22]. Konektifitas menggunakan *dongle* sangat populer bagi pengguna yang membutuhkan internet *broadband* yang bersifat *on-the-go* [22].

Selain itu untuk melihat performansi antena mikrostrip-patch berbasis metamaterial, penulis mendesain kedua jenis antena mikrostrip-patch konvensional untuk dibandingkan

dengan antenna mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial*. Antena mikrostrip konvensional juga merupakan antenna compact yang banyak dimanfaatkan dalam sistem komunikasi seluler, namun dimensi antenna ini masih jauh dari harapan dan memiliki kelemahan-kelemahan seperti *bandwidth*nya sempit dan *gain*nya rendah. Teknik-teknik yang digunakan untuk mengatasi kelemahan-kelemahan mikrostrip-*patch* tersebut memerlukan kompleksitas yang tinggi. Penggunaan metamaterial diharapkan dapat mengganti peran dari antenna mikrostrip konvensional.

1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Merancang dan menrealisasikan antenna mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* untuk aplikasi *dongle* Wimax dengan spesifikasi teknik antenna adalah:
 - 1) Frekuensi kerja : 2.3 – 2.4 GHz
 - 2) VSWR : ≤ 1.5
 - 3) *Gain* : > 0 dBi
 - 4) *Bandwidth* : 100 MHz
 - 5) Impedansi terminal : 50 ohm
 - 6) Pola radiasi : omnidireksional
 - 7) Polarisasi : linier
- b. Menguji hasil rancangan antenna dengan simulasi Ansoft HFSS 13 untuk melihat parameter-parameter antenna yang dihasilkan kemudian merealisasikannya
- c. Menganalisa parameter antenna hasil simulasi dan hasil implementasi.
- d. Membandingkan Karakteristik antenna mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* dengan antenna mikrostrip-*patch* konvensional dan mikrostrip-*patch* dengan *ground plane* sebagian

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah :

- a. Bagaimana merancang dan merealisasikan antenna mikrostrip yang berdimensi lebih kecil dari antenna mikrostrip konvensional, menggunakan konsep *metamaterial*

- b. Bagaimana menentukan spesifikasi yang tepat dari antena mikrostrip tersebut agar dapat bekerja pada frekuensi yang telah ditentukan (2.3 – 2.4 GHz)
- c. Bagaimana perbandingan antara analisis hasil pengukuran langsung dan pengujian menggunakan simulasi *software Ansoft HFSS 13*

1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut :

- a. Desain antena yang digunakan adalah [7] sebagai desain awal
- b. Antena yang dibuat dicatu dengan teknik *Microstrip line*
- c. Proses pabrikan dilakukan dengan *fototching* dan substrat yang digunakan adalah FR4-HF Epoxy
- d. Target dari simulasi adalah untuk mendapatkan desain antena yang bekerja pada rentang frekuensi 2.3 – 2.4 GHz , memiliki VSWR dibawah 1.5 dan gain diatas 0 dBi pada bandwidth 100 MHz
- e. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software Ansoft HFSS 13*

1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Hipotesis
Pada tahap ini, penulis memperkirakan konsep *metamaterial* dapat memperkecil dimensi antena sesuai dengan teori yang ada, kemudian penulis akan menguji kebenarannya sesuai dengan model dan analisa yang tepat
- b. Teknik analisis
Pada tahap ini, penulis akan melakukan analisis studi parametrik yang memungkinkan memanipulasi parameter yang sudah ada dan meneliti akibat-akibatnya.
- c. Pengumpulan data
Data yang diperoleh oleh penulis, didapatkan dari laporan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya[7]. Data ini akan digunakan oleh penulis sebagai data awal penelitian

- d. Desain
Pada perancangan antenna mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* penulis menggunakan metode parameter studi parameter dari desain antenna pada[7] sebagai desain awal.
- e. Pengukuran
Proses pengukuran meliputi pengukuran *return loss* (S11), VSWR, pola radiasi, *gain*, dan pola polarisasi

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab yaitu :

a. Bab I. Pendahuluan

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pembuatan Tugas Akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

b. Bab II. Landasan Teori

Bab ini membahas tentang konsep dasar antenna secara umum dilanjutkan dengan Antena Mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* yang berkaitan dengan hal tersebut.

c. Bab III. Perancangan, Simulasi dan Realisasi

Bab ini dibahas tentang pemodelan dan simulasi antenna mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* dengan menggunakan *software* Ansoft HFSS 13.

d. Bab IV. Pengukuran dan Analisa Hasil Pengukuran

Bab ini berisi tentang pengukuran antenna serta analisis berdasarkan perbandingan hasil yang didapat dari prototipe yang dibuat dengan simulasi berdasarkan *software* dengan hasil pengukuran.

e. Bab V. Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari keseluruhan Tugas Akhir ini dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari seluruh proses yang dimulai dari spesifikasi awal perancangan antenna, simulasi antenna dengan menggunakan *software* Ansoft HFSS 13, dan yang terakhir realisasi antenna serta melakukan pengukuran antenna sehingga dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Terbukti dengan penggunaan struktur *metamaterial* pada antenna mikrostrip-*patch* dapat mengurangi ukuran antenna hingga 37,5 % jika dibandingkan terhadap antenna mikrostrip-*patch* dengan *ground plane* sebagian. Dan jika dibandingkan dengan antenna mikrostrip konvensional, pengurangan ukuran antenna dapat mencapai 70 %
2. Telah berhasil direalisasikan antenna mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* dengan *bandwidth* 270 MHz dengan nilai $VSWR \leq 1,5$. Hasil ini berbeda dengan hasil simulasi yang mempunyai lebar *bandwidth* 240 MHz. Walaupun begitu, antenna tetap memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan diawal sebelum proses fabrikasi.
3. Dengan penggunaan struktur *metamaterial* pada antenna mikrostrip-*patch* dapat memperlebar *bandwidth* hingga sebesar 10 Mhz pada simulasi jika dibandingkan dengan antenna mikrostrip-*patch* dengan *ground plane* sebagian.
4. Semakin besar ukuran antenna, maka pengaruh keberadaan *metamaterial* akan semakin besar dalam penurunan frekuensi resonansi
5. Terjadi pergeseran frekuensi tengah saat proses pengukuran antenna mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* yaitu menjadi 2,4 Ghz. Namun antenna ini masih dapat bekerja untuk aplikasi *dongle* WIMAX ,karena rentang frekuensi kerja antenna ini masih memenuhi buat aplikasi tersebut (2,3 Ghz – 2,4 Ghz) .
6. *Gain* antenna mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* yang didesain memiliki performansi gain yang paling kecil yaitu 0,07 dbi jika dibandingkan dengan antenna

mikrostrip-*patch* dengan *ground plane* sebagian dan antenna mikrostrip-*patch* konvensional.

7. Polarisasi antenna berbeda dari spesifikasi awal. Jenis polarisasi yang didapatkan adalah polarisasi elips dengan axial ratio 20,76 db
8. Pola Radiasi untuk mikrostrip-*patch* berbasis *metamaterial* sesuai dengan spesifikasi awal yaitu omnidirectional namun terjadi perbedaan level daya terima karena adanya kemungkinan pantulan
9. Ketepatan dan ketelitian pabrikan, serta proses pengukuran antenna sangat mempengaruhi karakteristik antenna yang menyebabkan perbedaan dari hasil simulasi

5.2 Saran

Saran untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya yang berhubungan dengan topik tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat membuat antenna dengan gain yang lebih besar lagi yaitu dengan cara menambah *array* antenna
2. Untuk pengamatan lebih jauh, dapat dicoba memodifikasi *patch* yang berbeda dan teknik pencatutan yang berbeda
3. Melakukan pengukuran di tempat yang lebih ideal, misalnya di *anechoic chamber*
4. Menambah sirkulator pada sisi pemancar untuk melindungi sistem dari daya pantulan yang mungkin terjadi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad A. Sualiman, Ahmad S. Nasarudin, Mohd H. Jusoh, Nor H. Baba, Rabia'tun A. Awang, Mohd F. Ain, "Bandwidth Enhancement in Patch Antenna by Metamaterial Substrate", European Journal of Scientific Research 2010
- [2] A.lai ,K.M.KH Leory and T.itoh, "Metamaterial Antennas for Dual band and Dual mode Applications." Proc 'Eusap2006' , France 6-10 November 2006
- [3] Anthony Grbic and George V. Eleftheriadesa "Experimental Verification Of Backward Wave Radiation from a Negative Refractive Index Material" ,J.Apply Phys Vol 92. No.10 November 2002 pp2930-5935
- [4] A. Sanda, C.Caloz and T.Itoh, "Novel Zeroth-Order Resonance in Composite Right/Left-Handed Transmission Line Resonator". Proc. Asia-Pacific Microwave Cont., November 2003, pp.1588-1591
- [5] Binti Halim, Suria, "Antena With Metamaterial Design", Thesis, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia 2007
- [6] C.Caloz, A.Sanada, L. Liu and T.Itoh, "A Broadband Left-Handed(LH) Couple-Line Backward Coupler With Arbitrary Coupling Level", IEEE-MTT Int. Symp. Dig., June 2003, pp. 317-320
- [7] C.C.Yu, M.Huang, L.K.Lin and Y.T.Chang, "A Compact Antenna Based Metamaterial For Wimax. " 2008 Asia-pacific Microwave Conference (APMC) Proc., Hongkong, China Desember 2008
- [8] C.Caloz and T.Itoh, Electromagnetic Metamaterials : Transmission Line Theory and Microwave Application, New Jersey : John wiley and Sons. 2006
- [9] C.Caloz and T.Itoh, "Novel Microwave Devices Structures Based on The Transmission Line Approach On Meta-Material", IEEE – MTT Int. Symo.Dig., June 2003, pp.195-198
- [10] D.K. Misra , Radio Frequency and Mikrowafe Communication Circuits Analysis and Design. New York: John Wiley and Sons 2001

- [11] G.Kumar and K.P.Ray, *Broadband Microstrip antennas* Boston: Artech House Publishers
- [12] J.R Panda and R.S Kshetrimangun, "Parametric Study Of Printed Rectangular Monopole Antennas." *International Journal Of Recend Trend in Engineering* vol.1 no.3 may 2009
- [13] M.A., Nachwan, "*Modul Antena dan Propagasi*", STT Telkom, Bandung,2001.
- [14] M.John and M.J.Ammann, "Optimization of Impedence Bandwidth for The Printed Rectangular Monopole Antennas", *Microwave and Optical Technology Letters*. Vol 47,no 2 20 Oktober 2005
- [15] Osman, Mai Abdel Rahman, "*Microstrip Array Antenna for Automobile Radar System*", Disertation, Universiti Teknologi Malaysia, 2006
- [16] R Singh, "Broadband Planar Monopole Antennas", M.Tech Credit Seminar Report, Elektronik System Group, November 2003 Bombay
- [17] S. Collins and Y. M.M Antar, "Single Elements and Arrays with a Reduced Ground Plane Size", Royal Military Collage Of Canada
- [18] Sutinah Munir, "Analisis Karakteristik Antena *Mikrostrip-patch* Berbasis *Metamaterial*", Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung, Bandung 2010
- [19] V.G.Veselago, "The Electrodynamic of Substances with Simultaneously Negative Values of μ and ϵ ", *Sov-Phys Uspekhi* Vol.10 ,No 4 ,January-februari 1968, pp.509-514
- [20] <http://www.google.co.id/imglanding>
- [21] http://digilib.ittelkom.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=88:standarisasi-wimax&catid=9:wireless&Itemid=14
- [22] http://www.webopedia.com/TERM/W/WiMAX_USB_dongle.html