

Desain Simulasi Antena Mikrostrip 2,3 Ghz untuk Aplikasi WiMAX 802.16e

Gunawan Tari*

Program Studi Elektronika, Akademi Teknologi Industri Dewantara Palopo, Jalan K.H. Ahmad Razak 2 No. 7, Wara Selatan, Kota Palopo, Sulawesi Selatan, Indonesia

*Email : gunawantari@atidewantara.ac.id

Abstrak

Antena Mikrostrip Patch dirancang dalam 2,3 GHz dengan kemampuan pangarah berkas sehingga sesuai dengan aplikasi WiMAX. Microstrip patches antenna untuk standard IEEE 802.16-2004 bagi kegunaan mikrogelombang dan WiMax. Penelitian ini membahas tentang antena mikrostrip monopole patch gabungan persegi untuk aplikasi WiMAX. Antena mikrostrip monopole patch gabungan persegi ini dirancang dengan menggunakan feed line sebagai metode pencatuannya. Dimensi antena diperoleh melalui perhitungan dan optimasi serta dilakukan simulasi dengan menggunakan software HFSS AnsoftTM versi 11. Hasil simulasi antena mikrostrip monopole patch gabungan persegi menunjukkan frekuensi kerja 2500 MHz dengan frekuensi aman untuk WiMAX yaitu 2500-2690 MHz, juga memiliki polarisasi lingkaran, jenis pola radiasi omnidireksional, dan nilai gain sebesar 4.3 dBi pada frekuensi 2500 MHz. Berbagai variasi dalam dimensi dan slot pada antena mikrostrip ini dapat mempengaruhi nilai frekuensi kerja dan gain antena itu sendiri.

Kata Kunci : *Antena mikrostrip, WiMAX, HFSS*

1. Latar Belakang

Industri antena terus menerus berkembang. Berbagai macam antena dikembangkan untuk memenuhi tuntutan teknologi yang semakin maju. Salah satu jenis antena tersebut adalah antena mikrostrip. Bahannya yang sederhana, bentuk dan ukuran dimensi antenanya lebih kecil, harga produksinya lebih murah dan mampu memberikan unjuk kerja (performance) yang cukup baik. Hal tersebut merupakan alasan pemilihan antena mikrostrip pada berbagai macam aplikasi.

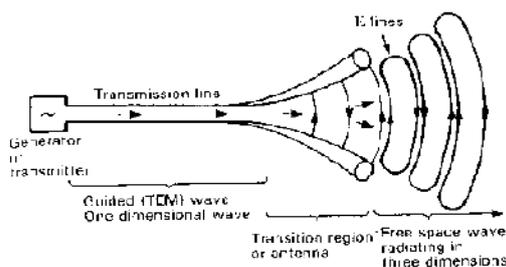
Walaupun memiliki banyak kelebihan, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan. Beberapa kekurangannya adalah bandwidth yang sempit, efisiensi yang rendah serta gain yang kecil. Ada banyak

cara untuk menanggulangi kekurangan dari antena mikrostrip ini. Mulai dari mengganti konstanta dielektrik dari substratnya, mengubah desain bidangnya (patch) serta menambahkan bidang (patch) pada substratnya sehingga berbentuk array.

Pada penelitian sebelumnya, telah dirancang beberapa antena yang berbasis mikrostrip, yaitu antena mikrostrip dengan dimensi tunggal untuk praktikum antena dan antena dipole fraktal kurva Koch tipe planar sebagai antena televisi. Selain itu, masih banyak penelitian lainnya yang berkaitan dengan antena mikrostrip, beberapa contohnya adalah antena mikrostrip untuk aplikasi wimax, antena mikrostrip untuk aplikasi mobile VSAT, antena mikrostrip dengan polarisasi ganda.

Antena

Antena merupakan suatu alat yang dapat merubah besaran listrik dari saluran transmisi menjad suatu gelombang elektromagnetik untuk diradiasikan ke udara bebas. Sebaliknya antena juga dapat menangkap gelombang elektromagnetik dari udara bebas untuk kemudian dijadikan besaran listrik kembali melalui saluran transmisi. Pada saat proses transmisi, gelombang elektromagnetik akan ditransmisikan sepanjang jalur transmisi dan menyebar ke udara. Jalur transmisi ini dapat berupa kabel koaksial, terkadang juga ditambahkan dengan pipa untuk memperluas jalur transmisi dan dikenal sebagai gelombang terbimbing (wave guide) [6].



Gambar 1. Konsep dasar antena [1]

Panjang Gelombang

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh gelombang selama satu periode. Dalam sistem komunikasi khususnya dalam pembuatan antena, panjang gelombang merupakan faktor utama untuk merancang antena.

Daerah Medan Antena

Daerah medan antena merupakan pembatas dari karakteristik gelombang elektromagnet yang dipancarkan oleh antena. Daerah medan antena dibagi menjadi tiga bagian:

1) Daerah medan dekat reaktif

Daerah ini didefinisikan sebagai bagian dari daerah medan dekat di sekitar antena, di mana medan reaktif lebih dominan.

2) Daerah medan dekat radiasi

Daerah ini didefinisikan sebagai daerah medan antena antara daerah medan dekat reaktif dan daerah medan jauh, di mana medan radiasi lebih dominan dan distribusi medan bergantung pada jarak dari antena.

3) Daerah medan jauh

Daerah medan jauh merupakan daerah antena di mana distribusi medan tidak lagi bergantung kepada jarak dari antena.

Pola Radiasi Antena

Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energy antena sebagai fungsi koordinasi ruang. Pola radiasi dibentuk dari pancaran medan jauh pada antena. Pancaran energi yang dimaksud adalah intensitas medan listrik [5].

Pola radiasi antena mempunyai beberapa parameter yang terdiri dari:

1) Major lobe (main lobe) adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang memiliki nilai radiasi maksimum.

2) Minor lobe adalah bagian pola radiasi yang terdiri dari side lobe dan back lobe. Minor lobe biasanya merupakan bagian pola radiasi yang tidak diinginkan.

3) Side lobe adalah bagian pola radiasi yang terletak disamping major lobe dan merupakan bagian minor lobe yang terbesar, biasanya memiliki arah yang tegak lurus dengan main lobe.

4) Back lobe adalah bagian pola radiasi yang yang membentuk sudut 180 derajat terhadap arah radiasi antena (arahnya bertolak belakang dengan major lobe).

5) HPBW (Half Power Beamwidth) lebar berkas di antara sisi-sisi major lobe yang nilai dayanya setengah dari nilai maksimum major lobe.

6) FNBW (First Null Beamwidth) adalah lebar berkas di antara sisi-sisi major lobe yang nilai dayanya nol.

7) FBR (Front to Back Ratio) adalah perbandingan antara main lobe terhadap back lobe.

Berdasarkan pola radiasinya, antena dikelompokkan menjadi

3 yaitu : [1]

1) Antena isotropis

Antena ideal yang memancarkan atau

menerima radiasi ke semua arah dengan sama besar.

2) Antena terarah (directional antenna)

Antena yang mampu memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik pada arah tertentu saja.

3) Antena omnidirectional,

Antena yang pola radiasinya memancar sama besar ke beberapa bidang saja.

Paramater Antena

Paramater antena yang biasanya digunakan untuk menganalisis suatu antena adalah impedansi masukan, VSWR, return loss, bandwidth, keterarahan (directivity), dan gain.

Impedansi Masukan (Input Impedance)

Impedansi masukan dari suatu antena didefinisikan sebagai impedansi pada bagian terminal antena atau perbandingan antara tegangan dan arus listrik pada terminal antena [1].

VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (standing wave) maksimum ($|V|_{\max}$) dengan minimum ($|V|_{\min}$). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-).

Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ) [2].

Return Loss

Return loss didefinisikan sebagai perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang dipantulkan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. Return loss dapat terjadi karena adanya ketidaksesuaian antara impedansi saluran transmisi dengan impedansi masukan beban [2].

Lebar Pita (Bandwidth)

Lebar pita (bandwidth) didefinisikan sebagai lebar pita frekuensi yang digunakan oleh suatu sistem. Lebar pita antena dapat ditentukan oleh beberapa karakteristik yang memenuhi ketentuan yang dispesifikasikan.

Keterarahan (Directivity) dan Gain

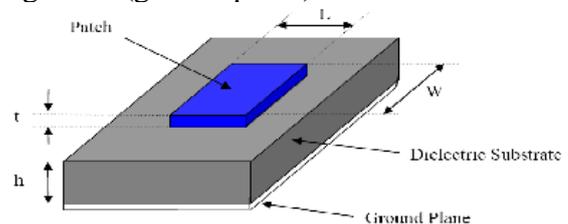
Keterarahan (Directivity) merupakan penggambaran dari arah pancar atau terima gelombang elektromagnetik dari suatu antena [3].

Gain merupakan besaran nilai yang menunjukkan adanya penambahan tingkat sinyal dari sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. Gain bergantung pada keterarahan dan efisiensi [5].

Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antena yang berbentuk papan (board) tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Secara fisik antena ini terlihat sederhana karena hanya berupa lempengan semacam PCB yang cukup dikenal dalam dunia elektronika [3].

Dalam bentuknya yang paling dasar, sebuah antena mikrostrip terdiri dari sebuah bidang (patch) memancar di salah satu sisi lapisan (substrate) dielektrik yang memiliki bidang dasar (ground plane) di sisi lain.



Gambar 2. Antena Mikrostrip

2. Metodologi

Model pilihan untuk analisis antena mikrostrip patch adalah model *transmission line*, model *cavity*, dan model *full wave* (yang mencakup persamaan integral/*moment method*). Model transmission line merupakan model paling sederhana dan memberikan tampilan fisik yang menarik.

Antena yang direncanakan didesain untuk komunikasi pada jaringan WiMAX. Antena beroperasi frekuensi 2303 MHz – 2490 MHz. Perhitungan dimensi patch diperoleh dari persamaan dibawah untuk menentukan Panjang (L), Lebar (W), *Effective Dielectric* (ϵ_{eff}), dan panjang efektif karena pengaruh tepi ΔP dari patch.

1. Perhitungan Lebar Patch (W)

$$L = \frac{1}{2Fr\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

2. Effective Dielectric (ϵ_{eff})

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}}$$

3. Panjang Efektif Karena Pengaruh Tepi

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_r + 0.3) \left(\frac{w}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0.268) \left(\frac{w}{h} + 0.8\right)}$$

4. Perhitungan Panjang Patch (L)

$$L = \frac{1}{2Fr\sqrt{\epsilon_{eff}\mu_0 \epsilon_0}} - 2\Delta P$$

dimana;

w = Lebar antenna

Fr = Frekuensi Resonant

μ_0 = Permeabilitas dari free space

ϵ_0 = Permittivitas dari free space

ϵ_r = Dielectric constant dari material substrat

h = Tinggi dari material substrat

L = Panjang dari patch

Perancangan antenna mikrostrip ini dimulai dengan penentuan dimensi dan konfigurasi stripstrip yang akan difabrikasi. Konfigurasi antenna yang dirancang berbentuk empat persegi panjang yang didasarkan pada model dengan memodifikasi dimensi strip. Modifikasi dimensi diperlukan karena model tersebut bekerja pada frekuensi kerja 2,4-3,2 GHz sedangkan antenna yang dirancang ditargetkan bekerja pada frekuensi 2,3 GHz. Adapun spesifikasi lengkap antenna yang dirancang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Spesifikasi antenna yang dirancang

Frekuensi kerja	2300 – 2390 MHz
Bandwidth	≥ 90 MHz
Impendansi	50 Ω
Pola radiasi	Unidirectional
VSWR	≤ 2
Polarisasi	Linier
Gain	≥ 6 dBi

Antena mikrostrip yang akan dirancang menggunakan material tembaga untuk patch, groundplane, dan mikrostrip line yang memiliki Permittivitas relatif ϵ_r dan Permeabilitas relatif $\mu_r \approx 1$ dengan ketebalan 1 mm. Substrate antenna menggunakan bahan FR-4 Epoxy yang memiliki

Permittivitas relatif ϵ_r 4,4, Permeabilitas relatif $\mu_r \approx 1$ dan ketebalan 1,548 mm. Dengan memasukan nilai nilai $f = 2,3495$ GHz, $h = 1$ mm, $\epsilon_r = 1$, $\mu_r =$

0,99991, kedalam Persamaan (1), diperoleh nilai

patch($\epsilon_r, \epsilon_{eff}$) antenna sebesar 43.88 mm. Dimensi

fisik antenna diperoleh dari Persamaan (2) dengan

memasukkan nilai patch($\epsilon_r, \epsilon_{eff}$) dan melalui beberapa kali iterasi sehingga diperoleh $L = 42.50$ mm.

Secara ideal, groundplane yang digunakan memiliki luas dan tebal yang tidak terhingga (infinite groundplane). Dimensi minimum groundplane yang dibutuhkan untuk mendekati kondisi tidak terhingga diberikan melalui persamaan berikut:

$A_g \geq 6h + d$ (6) yang mana A_g merupakan kondisi pendekatan infinite groundplane and $d = 2 \times (\epsilon_r, \epsilon_{eff})$ sehingga diperoleh besar A_g 97.36 mm. Untuk kepraktisan analisis dan fabrikasi, nilai A_g dibulatkan menjadi 100x100 mm. Substrat epoxy FR4 memiliki groundplane, substrate, dan patch antenna yang saling menempel satu sama lain sehingga posisi feeder dan patch menyatu terhadap groundplane. Mikrostrip Line berfungsi sebagai saluran mikrostrip yang menghubungkan catuan berupa konektor 50 Ohm dengan feeder L-strip. Sedangkan feeder L-strip berfungsi sebagai komponen yang menyebabkan kondisi match antara saluran dan antenna, sehingga tidak diperlukan komponen tambahan untuk penyempadaan. Bentuk L-strip dipilih dalam perancangan antenna ini. Untuk ukuran panjang, lebar ataupun tinggi dari L-strip dan

microstrip line ini, peneliti langsung mensimulasikannya pada perangkat lunak simulator HFSS dari Ansoft dengan memasukkan parameter-parameter. HFSS menggunakan Metode Elemen Hingga dalam memecahkan persoalan gelombang elektromagnetik yang mana antena termasuk di dalamnya.

Setelah diperoleh dimensi yang sesuai maka dilakukan fabrikasi antena untuk selanjutnya diuji apakah antena yang difabrikasi sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan atau belum. Jika belum maka proses simulasi diulangi dengan mengubah parameter dan asumsi-asumsi berdasarkan data empiris hasil pengukuran antena yang telah difabrikasi.

Sebelum merancang antena yang diinginkan, langkah pertama adalah untuk mempertimbangkan spesifikasi dari antenna microstrip patch berdasarkan aplikasinya.

Tujuan utama dari antena yang digunakan dalam system untuk meningkatkan bandwidth dari patch antena. Bandwidth antena microstrip dapat ditingkatkan dengan menggunakan udara sebagai substrat. Sehingga dalam perancangan ini dipilih udara sebagai substrat.

Dalam kasus antena microstrip dual-feed polarisasi circular, sebuah pembagi daya eksternal dengan perbedaan fasa quadrature diperlukan untuk menghasilkan dua mode orthogonal. Sebagai alternative, sebuah offset feed line atau 3 dB branch line bisa digunakan, namun dapat meningkatkan ukuran antena. Sehingga dibandingkan dengan menggunakan dual feed, bervariasi konfigurasi antena Microstrip single feed dapat digunakan untuk menghasilkan polarisasi circular.

Dimensi dari antena microstrip dimodifikasi sedemikian rupa sehingga resonansi f_1 dan f_2 dari dua mode orthogonal dekat satu sama lain. Antena berada pada frekuensi f_0 berada di antara frekuensi resonansi dari dua mode tersebut. Selain

itu, lokasi feed poin dipilih dengan dua mode orthogonal dengan perbedaan fasa $+45^\circ$ dan -45° dengan hubungan feed poin, dimana menghasilkan fasa quadrature antara dua mode. Kedua kondisi cukup untuk menghasilkan antena microstrip dengan polarisasi circular dan dapat diwujudkan dengan menghasilkan dua mode orthogonal dengan magnitudo sama dimana sama dalam fasa quadratur. Tanda dari fasa realtif ditentukan oleh sifat polarisasi (LHCP atau RHCP). Ada beberapa teknik yang berbeda untuk menghasilkan feed untuk memperoleh polarisasi circular.

Untuk antena patch persegi rasio dimensi orthogonal L_1/L_2 umumnya berkisar 1.01 – 1.10 tergantung pada parameter substrat. Ketika patch dengan feed diagonal, maka dua mode resonansi yang sesuai dengan panjang L_1 dan L_2 adalah spasial orthogonal. Polarisasi circular diperoleh pada frekuensi yang terletak di antara frekuensi resonansi dari dua mode ini, dimana dua mode orthogonal memiliki magnitudo yang sama dan berada dalam fase quadrature.

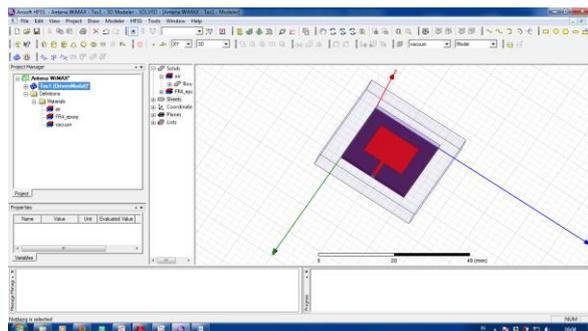
Dalam perancangan antena yang direncanakan, lokasi feed poin untuk patch pertama yaitu (18.4 mm, 20 mm) dimana RHCP diperoleh dan patch kedua yaitu (135,9 mm, 20 mm) dimana memberikan LHCP. Karena ada dua polarisasi yang berbeda untuk dua patch saling kopling dihindari agar meningkatkan efisiensi antena. Dalam perancangan ini, jarak antara dua patch yang berpusat digunakan 0.64λ . Dimana $\lambda = 0.15625$ dan jarak 100 mm.

3. Hasil Dan Pembahasan

Antena yang telah difabrikasi berdasarkan dimensi hasil simulasi dengan perangkat lunak HFSS ditunjukkan pada Gambar 2. Antena tersebut kemudian diukur dimensinya dan dibandingkan dengan simulasi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 terlihat bahwa terjadi perbedaan dimensi antara hasil simulasi dan hasil realisasi (fabrikasi). Hal ini dikarenakan

ketidakpresisian pada proses pemindahan film dan proses penghilangan bagian-bagian yang tidak diinginkan secara kimiawi (proses etching). Setelah dilakukan pengukuran dimensi maka dilanjutkan dengan pengukuran parameter antenna untuk mengetahui karakteristik antenna yang telah dibuat untuk kemudian dijadikan bahan perbandingan dengan hasil perhitungan secara teori dan hasil simulasi. Hasil pengukuran antenna juga akan digunakan sebagai tolak ukur kelayakan antenna yang dirancang terhadap spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya kemudian akan dilakukan analisis atas penyimpangan yang terjadi.

Antena dirancang dan diimplementasikan pada ground plane dengan software High Frequency Structural Simulator (HFSS). Dimensi yang berbeda dianggap untuk optimasi antenna, pencocokan impedansi dan karakteristik parametrik dalam return loss. Hasil dari simulasi rancangan antenna tersebut yaitu gambar (1). Tampak desain antenna yang dirancang membentuk antenna microstrip rectangular, pada Fig. 2 (2). Pola radiation pattern dari rancangan antenna pada Fig. 3 (3). Grafik polarisasi antenna pada Fig. 4 (4). Pada Fig. 5 menunjukkan hasil pengukuran dari S11 antenna yang dirancang.



Gambar 1. Desain Antena Mikrostrip

4. Kesimpulan

Perancangan antenna dengan pengaruh yang bekerja pada frekuensi 2,3 Ghz telah berhasil direalisasikan. Dalam simulasi dan perancangan ini, antenna sudah menunjukkan

hasil yang cukup memuaskan. Gain antenna dapat ditingkatkan dengan menggunakan optimasi substrat termasuk ketebalan dan kepadatan substart. *Software HFSS Ansoft v.11* dapat memberikan hasil simulasi yang mendekati real, bahkan pada real antenna bisa bekerja lebih baik jika dibandingkan dengan hasil simulasi berdasarkan *gain* dan *return loss*.

Daftar Pustaka

- [1] Clint, S. P. E. and Myer, J. (2004): 3G Wireless with WiMAX and WiFi: 802.16 and 802.11. United States of America: Mc Grow Hill Companies.
- [2] Nishamol, 2010 Nishamol, M.S., Sarin, V.P., Tony, D., Aanandan, C.K, Mohanan, P., Vasudevan, K., 2010, A Broadband Microstrip Antenna for IEEE802.11.A/WiMAX/HIPERLAN2 Applications, Progress In Electromagnetics Research Letters, Vol. 19., pp. 155-161
- [3] Darsono, M. "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dua Elemen Patch Persegi Untuk Aplikasi Wireless Fidelity." *Jurnal EECCIS* 6.2 (2013): pp-171.
- [4] Ali Mustofa, S. T. "PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MONOPOLE PATCH GABUNGAN PERSEGI UNTUK APLIKASI WiMAX." *Jurnal Mahasiswa TEUB* 1.2 (2014).
- [5] Wijatnaka, Okky Faisal, Budi Prasetya, and Yuyu Wahyu. "Realisasi Antena Susunan Mikrostrip Lingkaran Pada Frekuensi (2, 35-2, 45) GHz Dengan Teknik Pencatuan Electromagnetically Coupled (EMC) Untuk Aplikasi WIMAX." (2012).
- [6] Ali Mustofa, S. T. "PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MONOPOLE PATCH GABUNGAN PERSEGI UNTUK APLIKASI WiMAX." *Jurnal Mahasiswa TEUB* 1.2 (2014).