

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP *MONOPOLE PATCH* GABUNGAN PERSEGI UNTUK APLIKASI *WiMAX*

Septriandi Wira Yoga¹, Rudy Yuwono, ST., MSc.², Ali Mustofa, ST., MT²

¹Mahasiswa Teknik Elektro Univ. Brawijaya, ²Dosen Teknik Elektro Univ. Brawijaya

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: sepampere@gmail.com

Abstract--- This paper discuss about monopole antenna microstrip with combine patch square for *WiMAX* application. It is designed by using feed line as the feeding mechanism. The dimensions of antenna obtained through calculation, optimization and simulation using HFSS software Ansoft™ version 11. Simulation results shows it works at frequency 2500 MHz with safe frequency 2500-2690 MHz, have an circular polarization, omnidirectional radiation pattern, and the value of gain of 4.3 dBi. Various dimension and slot on antenna microstrip can make effect on value of frequency and gain from antenna.

Index Terms --- *WiMAX, Antenna, Microstrip, Monopole, Slot, Square Patch.*

Abstrak-- Penelitian ini membahas tentang antenna 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 Ansoft™* 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 --- *WiMAX, Antena, Mikrostrip, Monopole, Slot, Patch Persegi.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi hingga saat ini sudah maju dengan pesat. Dikarenakan kebutuhan teknologi telekomunikasi sekarang sangat dibutuhkan oleh banyak kalangan mulai dari

kalangan atas hingga kalangan bawah untuk saling berkomunikasi satu sama lain. Maka sekarang ini banyak sekali jenis layanan telekomunikasi yang

telah tercipta seperti *WLAN, WiMAX, LTE*, Serat Optik dan lainnya.

Pada saat ini sistem komunikasi yang masih banyak digunakan adalah *WiMAX*. Sebagai teknologi yang berbasis pada frekuensi, *WiMAX* sangat bergantung kepada ketersediaan dan kesesuaian spectrum frekuensi. *WiMAX* Forum menetapkan 2 band frekuensi utama pada certification profile untuk *Fixed WiMAX* (band 3.5 GHz dan 5.8 GHz), sementara untuk *Mobile WiMAX* ditetapkan 4 band frekuensi pada system profile release-1, yaitu band 2.3 GHz, 2.5 GHz, 3.3 GHz dan 3.5 GHz.

Antena mikrostrip merupakan salah satu perkembangan sistem telekomunikasi yang dapat digunakan untuk menerapkan teknologi *WiMAX* yang dimana antena ini memiliki beberapa keunggulan. Diantaranya rancangan antena yang tipis, kecil, ringan dan proses produksi yang cukup mudah. Oleh karena itu antena mikrostrip merupakan penelitian yang terus dikembangkan oleh para ahli telekomunikasi untuk mendukung sistem telekomunikasi yang terus berkembang hingga saat ini.

Penelitian ini dirancang berdasarkan pengembangan hasil-hasil penelitian yang sudah ada sehingga diperoleh antena mikrostrip *monopole patch* gabungan persegi untuk aplikasi *WiMAX* beserta hasil pengukurannya sehingga dapat diketahui performansi kerja antena yang dicari pada frekuensi 2.5 GHz. Analisis dengan program simulator antena yaitu *Ansoft HFSS™* versi 11 akan dilakukan sebelum melakukan fabrikasi dan pengukuran kinerja antena.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antena yang terdiri atas elemen radiasi (konduktor) yang sangat tipis yang diletakkan di bidang tanah (*ground plane*), dimana antara bidang dengan elemen radiasi (konduktor) dipisahkan oleh substrat dielektrik [1].

B. Perencanaan Dimensi Antenna

Dalam penelitian ini *patch* yang digunakan adalah persegi, dimana panjang (*L*) dan lebar (*W*) dimensi elemen peradiasi dapat didapatkan melalui persamaan [1]:

$$W = \frac{c}{2f_o \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (1)$$

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad (2)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12h/W}} \right) \quad (3)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_o \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (4)$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (5)$$

dengan:

- W = lebar *patch* persegi (m)
- f_o = frekuensi kerja (Hz)
- h = tinggi bahan substrat (m)
- c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
- ϵ_r = konstanta dielektrik substrat (F/m)
- L = panjang *patch* persegi (m)

Dimensi minimum *ground plane* yang dibutuhkan oleh antenna mikrostrip dapat dicari melalui persamaan [7]:

$$L_g = 6h + L \quad (6)$$

$$W_g = 6h + W \quad (7)$$

dengan:

- L_g = panjang sisi minimum *ground plane* (m)
- W_g = lebar sisi minimum *ground plane* (m)
- W = lebar *patch* persegi (m)
- L = panjang *patch* persegi (m)
- h = ketebalan substat (m)

Bentuk desain yang melengkapi struktur antenna mikrostrip berupa saluran transmisi saluran penyesuaian impedansi, jarak antar elemen peradiasi, panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip mengacu pada sumber [1][5].

III. PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP MONOPOLE PATCH GABUNGAN PERSEGI

Spesifikasi substrat dan bahan konduktor yang digunakan dalam perancangan antenna mikrostrip adalah sebagai berikut :

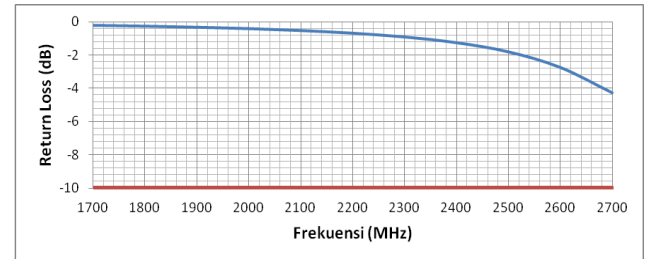
- Bahan dielektrik : Epoxy – FR 4
Konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4.6
Ketebalan dielektrik (h) = 0.0018 m = 1.8 mm
Loss tangen (tan δ) = 0.018

- Bahan pelapis substrat (konduktor): tembaga
Ketebalan bahan konduktor (t) = 0.01 mm
Konduktifitas tembaga (σ) = 5.80×10^7 mho m^{-1}
Impedansi karakteristik saluran (Z_0) = 50 Ω

A. Perancangan Dimensi Elemen Peradiasi

Sebelum menentukan dimensi elemen peradiasi maka terlebih dahulu harus direncanakan nilai frekuensi kerja (f_r) yaitu 2500 MHz, kemudian berdasarkan frekuensi kerjanya yaitu 2500 MHz dihitung besarnya panjang (L) dan lebar (W) elemen peradiasi antenna mikrostrip dengan persamaan (1) sampai (5) beserta spesifikasi bahan mikrostrip diperoleh, untuk dan frekuensi kerja 2500 MHz; panjang *patch* persegi (L) = 29.37 mm, lebar *patch* persegi (W) = 35.85 mm. Dimensi panjang minimal *ground plane* (L_g) = 40.77 mm dan lebar minimum *ground plane* (W_g) = 47.25 mm. Lebar saluran transmisi mikrostrip untuk impedansi 50 Ω yaitu 3 mm, panjang (L_t) saluran transformer adalah $0.25 \lambda_d$, dimana nilai λ_d Untuk frekuensi kerja 2500 MHz adalah 55.9 mm dan $L_t = 0.25 \lambda_d = 13.9$ mm.

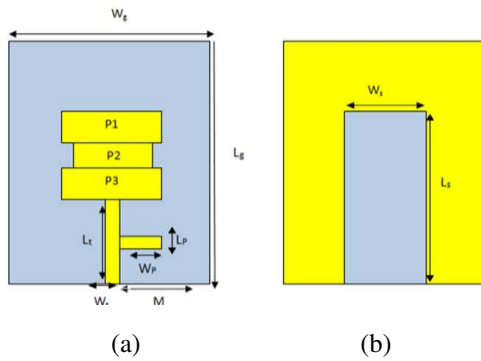
Setelah itu, dilakukan simulasi dengan menggunakan simulator HFSS AnsoftTM versi 11 didapatkan hasil simulasi seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik S_{11} terhadap frekuensi

B. Optimasi Antena Mikrostrip

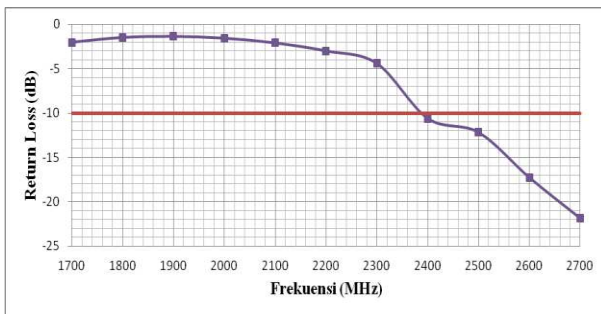
Hasil simulasi pada Gambar 1 menunjukkan bahwa hasil simulasi tidak memenuhi kriteria yang diinginkan sebab frekuensi kerja yang diinginkan berada pada Return Loss > -10 dB yaitu pada frekuensi 2500 MHz. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antenna belum memenuhi syarat perencanaan antenna, yaitu bekerja pada frekuensi 2500 MHz sehingga masih perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Optimasi dilakukan dengan mengubah-ubah *patch*, panjang saluran transmisi, penambahan stub dan peletakan slot beserta ukurannya. Hasil akhir geometri dan dimensi elemen peradiasi, saluran transmisi, dan slot setelah optimasi ditunjukkan pada Gambar 2 dan Tabel 1 berikut ini.



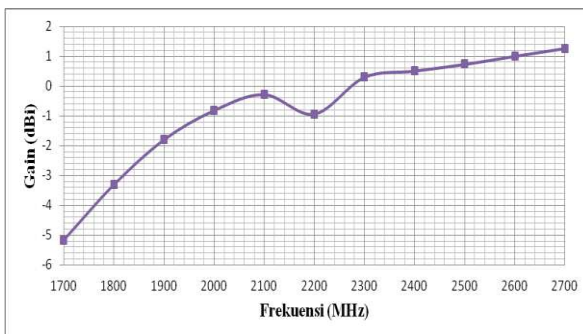
Gambar 2 Bentuk Geometri Antena Mikrostrip Patch Gabungan Persegi dengan Stub dan Slot. (a) tampak depan; (b) tampak belakang

Tabel 1 Dimensi Antena Setelah Optimasi

Variabel	Dimensi (mm)
P1	10X20
P2	5X20
P3	10X20
W_g	60
L_g	80
L_t	20
W_t	1
W_s	20
L_s	50
W_p	9
L_p	3
M	29.5



Gambar 3 Grafik S_{11} terhadap frekuensi pada antena yang sudah dioptimasi



Gambar 4 Grafik Gain terhadap frekuensi pada antena yang sudah dioptimasi

Gambar 3 menunjukkan performansi S_{11} dari antena yang teroptimasi, berdasarkan grafik, diperoleh nilai

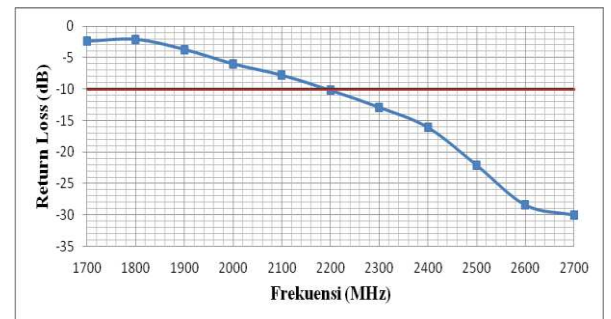
$S_{11} \leq -10$ dB berada pada frekuensi 2400-2700 MHz. Berarti antena ini bisa pada frekuensi kerja 2500 MHz sehingga antena sesuai antena yang diinginkan. Pada Gambar-4 juga menunjukkan gain antena yang dirancang dimana antena memiliki nilai gain yang bagus pada frekuensi 2500 MHz karena bernilai positif.

IV. ANALISIS

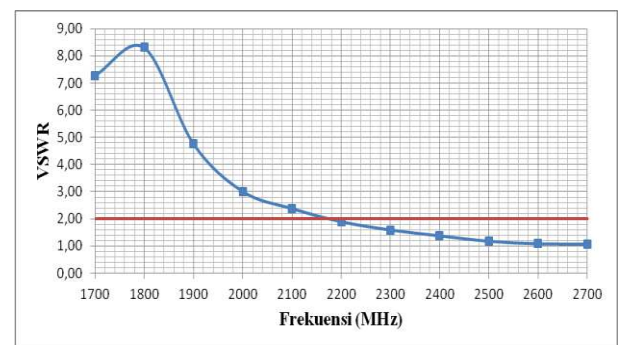
Berdasarkan hasil pengukuran, antena mikrostrip monopole patch gabungan persegi bekerja secara maksimum pada frekuensi 2500 MHz.



Gambar 5 Antena pengukuran yang dibandingkan besarnya dengan KTM (55x80 mm)



Gambar 6 Grafik fungsi return loss terhadap Frekuensi

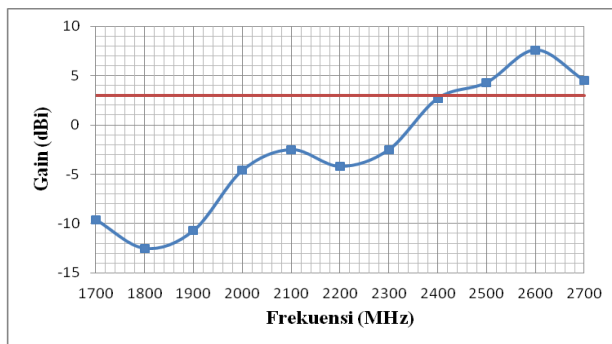


Gambar 7 Grafik fungsi VSWR terhadap Frekuensi

Hal ini didapatkan dari rentang frekuensi yang memiliki nilai Return Loss ≤ -10 dB dan $1 \leq$ VSWR ≤ 2 yaitu 2200-2700 MHz seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7 sehingga

didapatkan antenna dapat bekerja pada frekuensi 2500 MHz .

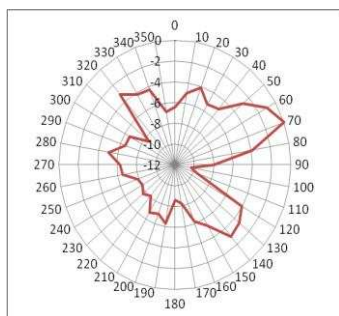
Sedangkan hasil pengukuran *gain* pada frekuensi 1700 - 2700 MHz ditunjukkan pada Gambar 8.



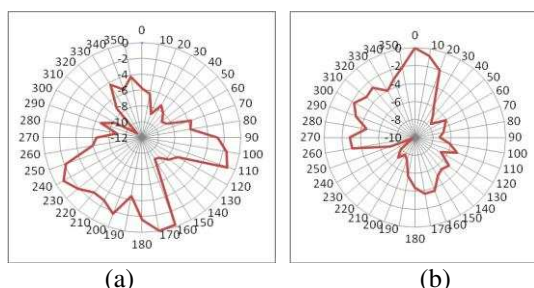
Gambar 8 Grafik fungsi *gain* terhadap Frekuensi

Grafik di atas menunjukkan antenna memiliki nilai *gain* maksimum pada frekuensi 2600 MHz dengan nilai 7.6 dBi dan nilai *gain* pada frekuensi 2500 MHz melewati 3 dBi (standart aman kinerja antenna) yaitu bernilai 4.3 dBi.

Hasil pengukuran pola radiasi horizontal, vertikal θ_1 ($\theta=0^\circ$) dan vertikal θ_2 ($\theta=90^\circ$) antenna uji pada frekuensi 2500 MHz ditunjukkan pada gambar 9 dan 10 Berdasarkan bentuk pola radiasi yang terlukis dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antenna hasil perancangan adalah omnidireksional, yaitu memiliki intensitas radiasi maksimum berbeda pada 3 arah tertentu saat 3 macam pengukuran.



Gambar 9 Pola Radiasi Horizontal Antena Hasil Simulasi



Gambar 10 Pola Radiasi Vertikal Antena Hasil
(a) Pola Radiasi Vertikal 0° , (b) Pola Radiasi Vertikal 90°

Jenis polarisasi hasil simulasi dapat dilihat dari nilai *axial ratio* (AR) antenna pada frekuensi 2500 MHz yaitu 2.13 dB yang berarti antenna memiliki

jenis polarisasi circular karena nilai *axial ratio* berada pada rentang $0 \leq AR \leq 3$ dB.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Antena mikrostrip *monopole patch* gabungan persegi yang dirancang menunjukkan performansi yang maksimal pada frekuensi 2500-2690 MHz dengan frekuensi utama 2500 Mhz, nilai *return loss* sebesar -22.1 dB, pola radiasi omnidireksional, dan polarisasi circular, dan nilai *gain* sebesar 4.3 dBi.
2. Variasi dimensi dan slot pada antenna mikrostrip *monopole patch* gabungan persegi dapat berpengaruh pada *return loss* dan *gain* antenna tetapi tidak memiliki pengaruh terhadap jenis pola radiasi dan polarisasi yang dihasilkan antenna.
3. *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*.

B. Saran

Karena keterbatasan alat pengukuran, pengukuran hanya dilakukan hingga frekuensi 2700 MHz. Oleh karena itu, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melakukan pengukuran antenna mikrostrip *monopole patch* gabungan persegi pada frekuensi yang lebih tinggi sehingga dapat diketahui frekuensi kerja *WiMAX* lain dari antenna (3.3 dan 3.5 GHz)

DAFTAR REFERENSI

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. *Antena Theory: Analysis and Design, 2nd Edition*. John Wiley and Sons, Inc.
- [2] J.Cao, X.Zhao, C.Liu, and L.Yan, "A Planar Compact Triple Band Monopole Antenna For WLAN/WiMAX Applications". *Progress In Electromagnetics Research*, Vol 29, 15-23, 2012.
- [3] A.Agarwal and M.V.Kartikayan, "Pythagoras Tree: A Fractal Patch Antenna For Multi-Frequency And Ultra-Wide Bandwidth Operations". *Progress In Electromagnetics Research*, Vol 16, 25-35, 2012.
- [4] James J. R and Hall P. S. 1989. *Handbook of Microstrip Antennas Vols. 1 and 2*. Peter Peregrinus, London.
- [5] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. McGraw-Hill International, New York.
- [6] Liao, S Y. 1987. *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design, 2nd Edition*. Souders College Publishing, New York.
- [7] Nakar, Punit S. 2004. Design of a Compact Microstrip *Patch* Antenna for use in Wireless/Cellular Devices. The Florida State University. Thesis.
- [8] Stutzman, Warren L. and G. A. Thiele. 1981. *Antenna Theory and Design*. John Willey and Son, Inc. New York.
- [9] Wong, Kin-Lu. 2002. Compact and Broadband Microstrip Antennas. John Wiley & Sons, Inc., New York.