

APLIKASI ANTENA MIKROSTRIP ARRAY UNTUK WLAN

Abdul Rasyid

Dosen Teknik Telekomunikasi, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

ABSTRAK

Perancangan antenna mikrostrip 8 elemen pada frekuensi 2,4 GHz diaplikasikan pada komunikasi Wireless Local Area Network (WLAN) yang berfungsi untuk mengkonversikan sinyal listrik dalam format Radio Frekuensi dari saluran kabel menjadi gelombang elektromagnetis yang akan ditransmisikan secara wireless ke WLAN yang lain dan dikonversi kembali menjadi sinyal Radio Frekuensi oleh antenna Mikrostrip yang dirancang .

Mikrostrip adalah suatu konduktor dari tembaga (metallic strip) yang sangat tipis ($t \ll \lambda$) yang terdapat pada satu sisi permukaan substrat dielektrik dan pada sisi lain juga terhadap lapisan konduktor. Lapisan konduktor yang terletak di bawah substrat dielektrik berfungsi sebagai bidang pertanahan. Lapisan konduktor yang terletak di atas substrat dielektrik berfungsi sebagai elemen peradiasi.

Berdasarkan hasil pengukuran antenna mikrostrip yang telah dibuat, maka antenna mikrostrip yang dibuat memiliki frekuensi kerja antara 2,33606 GHz - 2,41905 GHz yang merupakan frekuensi kerja yang ditetapkan pada WLAN, penguatannya sebesar 5,895 dB, Impedansi antenna sebesar $44,85 - j13,40 \Omega$, lebar pita antenna adalah 82,99 MHz., pola radiasi antenna adalah directional dan memiliki polarisasi yang bersifat linier

Keyword : mikrostrip, wireless, WLAN, substrat, dielektrik.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Teknologi wireless memungkinkan jangkauan jaringan komputer Local Area Network (LAN) semakin jauh dibanding dengan jaringan yang menggunakan kabel, dengan kinerja yang cukup bagus. Dilihat dari arsitektur yang ada, komunikasinya dapat dilakukan antara Access Point (AP) wireless yang tersambung secara wireless ke client. Dengan antenna mikrostrip array, maka sinyal dapat dipancarkan ke arah yang diinginkan dan aplikasi yang dibutuhkan dari antenna tersebut. Peran antenna yang menggunakan mikrostrip beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz pada sisi jaringan sangat berguna untuk komunikasi wireless yang terpadu, frekuensi tersebut sudah banyak digunakan di seluruh dunia karena frekuensi 2,4 GHz merupakan standar dari protokol IEEE 802.11 b/g untuk WLAN.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana konsep dasar perancangan antenna mikrostrip array untuk aplikasi WLAN.
2. Berapa ukuran fisik antenna (lebar, panjang dan ketebalan antenna).
3. Bagaimana mengukur parameter antenna (polarisasi, gain, bandwidth, impedansi, pola radiasi).

1.3 Batasan Masalah

1. Analisis dibatasi hanya pada perhitungan parameter perancangan antenna yaitu ukuran fisik antenna dan parameter antenna
2. Perancangan berdasarkan teori secara umum dan dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus-rumus yang terkait.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk mendapatkan keunggulan dan kelemahan antenna mikrostrip array dibandingkan dengan antenna referensi pada aplikasi *Wireless-LAN 2,4 Ghz*.

1.5 Metodologi

1. Studi literature
2. Perancangan system
3. Pembuatan perangkat keras (*Hardware*)
4. Pengukuran dan pengkajian antenna.
5. Pengujian antenna

2. Teori Dasar

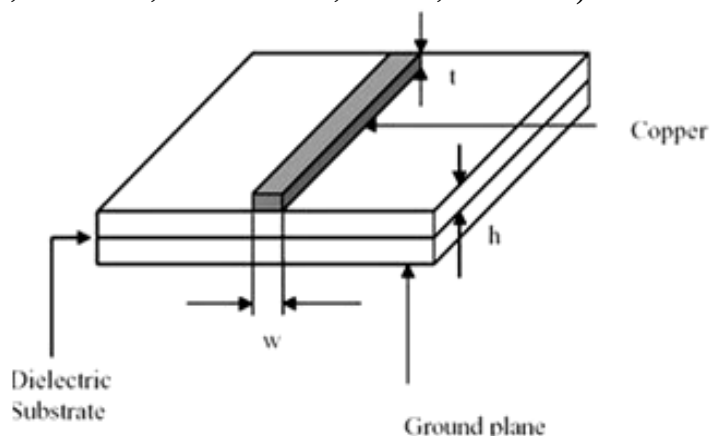
2.1 Antena

Antena adalah suatu perangkat yang berfungsi sebagai transducer yang mampu mengubah sinyal/energi dari listrik menjadi elektromagnetis atau sebaliknya.. Parameter-parameter yang dimiliki antena adalah sebagai berikut:

- a. Pola Radiasi
- b. Directivity
- c. Polarisasi
- d. Gain (Penguatan) Antena
- e. Standing Wave Ratio (SWR)
- f. Bandwidth (Lebar Pita)
- g. Impedansi Input

2.2 Antena Mikrostrip

Mikrostrip adalah suatu konduktor dari tembaga (*metallic strip*) yang sangat tipis ($t \ll \lambda$) yang terdapat pada sisi atas dan sisi bawah. Lapisan konduktor yang terletak di bawah substrat dielektrik ini berfungsi sebagai *ground plane*. Lapisan konduktor tembaga yang terletak di atas substrat dielektrik adalah berfungsi sebagai elemen peradiasi. (Liao, 1987 : 197, Constantine A, Balanis, 1982 : 188).



Gambar 2.1 : Struktur dasar saluran mikrostrip

a. Batasan Frekuensi

Batasan frekuensi dapat dinyatakan dengan persamaan berikut : (Zakaričius dan Fook, 1990 : 86).

$$f_s = \frac{C \cdot \tan^{-1} \cdot \epsilon_r}{\pi(h \cdot 10^{-3}) \sqrt{2\epsilon_r - 1}} \quad (2.1)$$

Dengan : f_s = Frekuensi maksium (GHz)
 c = Kecepatan cahaya (3×10^8 m/det)
 h = Tebal substrat dielektrik (mm)
 ϵ_r = Permittivitas dielektrik relatif substrat

b. Lebar Pita (BW)

Lebar pita adalah skala frekuensi yang masih ada dalam kerja antenna yang direncanakan. Persamaannya sebagai berikut:

$$BW = 4 f^2 \left(\frac{h}{0,79375} \right) \quad (2.2)$$

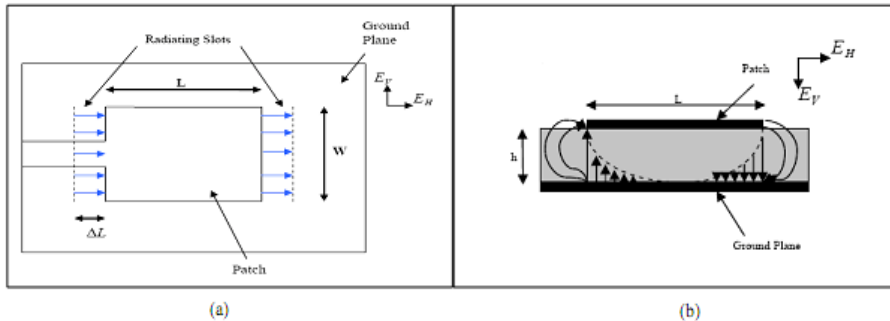
Dengan: f = Frekuensi kerja (GHz)

2.3 Desain untuk Path Antena Rectanguler

a. Memilih Substrat

Substrat lebih tebal, disamping mekanik yang kuat, akan menambah daya radiasi, mengurangi rugi konduktor, dan meningkatkan bandwidth.

b. Lebar (w) dan Panjang Elemen (l)



Gambar 2.2 : (a) Tampak atas path antenna
 (b) Tampak samping path antenna

Bidang tepi sepanjang lebar dapat dimodelkan sebagai slot radiasi dan secara elektrik path antenna mikrostrip terlihat lebih besar dari dimensi fisiknya. (Zulhani, 2007)

$$\Delta L = 0,412h \frac{\epsilon_{eff} + 0,3 \left(\frac{w}{h} + 0,264 \right)}{\epsilon_{eff} - 0,258 \left(\frac{w}{h} + 0,813 \right)} \quad (2.3)$$

Panjang path efektif antenna L_{eff} sekarang menjadi:

$$L_{eff} = L + 2\Delta L \quad (2.4)$$

Untuk memberikan frekuensi resonan f_r , panjang efektif diberikan oleh persamaan :

$$L_{eff} = \frac{c}{2 f_r \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.5)$$

Untuk radiasi efisien, lebar W diberikan persamaan :

$$w = \frac{c}{2 f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.6)$$

Dengan :

c = Kecepatan cahaya di udara bebas (m/det)

L_{eff} = Panjang saluran mikrostrip efektif (mm)

f_r = Frekuensi resonant

ϵ_0 = Permittivitas ruang bebas ($8,854 \times 10^{-12}$ F/m)

μ_0 = Permeabilitas ruang bebaas $4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A

ΔL = Lebar slot peradiasi

c. Menentukan ukuran lebar (W_z) dan transformasi saluran impedansi

Ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$Z_o = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{W_z} \right) \quad (2.7)$$

Dengan : Z_0 = Impedansi saluran microstrip (Ω)

3 Proses Perancangan Antena Mikrostrip Array 8 Elemen 2,4 Ghz

a. Spesifikasi Substrat dan Konduktor

Pada perancangan antena mikrostrip ini digunakan substrat jenis *efoxy fiber glass* dengan ϵ_r sebesar 4,9 dan h sebesar 1,5mm. Sehingga dapat diketahui batasan frekuensi menggunakan persamaan 2.39 dan didapatkan nilai f_s sebesar 1789,497 GHz.

b. Penentuan Panjang Gelombang

Panjang gelombang di udara bebas dan dalam konduktor menggunakan persamaan berikut:

$$\lambda_o = \frac{c}{f_r} = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 125 \text{ mm}$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{125 \text{ mm}}{\sqrt{4,9}} = 56,469 \text{ mm}$$

c. Penentuan Panjang dan Lebar Elemen Peradiasi

Untuk menghitung panjang dan lebar tiap elemen antena digunakan persamaan (3.3), (3.4), (3.5), (3.6) dan (3.7), sehingga diperoleh :

$$\epsilon_{eff} = 4,545 \quad \Delta L = 0,683 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = 2,93165 \text{ cm} \quad L = 2,79505 \text{ cm}$$

$$W = 3,6388 \text{ cm}$$

d. Penentuan Impedansi Masukan Elemen Peradiasi, Transmisi dan Transformer $\frac{1}{4} \lambda_d$.

Pada perancangan ini, impedansi beban Z_L dipilih 50Ω . Z_o adalah dua kali besar Z_L , sehingga Z_o adalah 100Ω . Impedansi transformer $\frac{1}{4} \lambda_d$ Z_T :

$$\begin{aligned} Z_T &= \sqrt{Z_L \times Z_o} \\ &= \sqrt{50 \times 100} = 70\Omega \end{aligned}$$

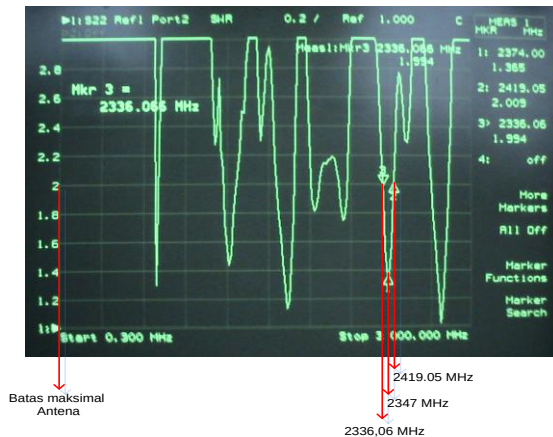
e. Penentuan Ukuran Lebar Saluran Transmisi, Masukan Elemen Peradiasi, dan Transformer

Penentuannya menggunakan persamaan dan didapatkan besarnya

$$W_{z_L} = 5,1 \text{ mm} \quad W_{z_T} = 3,6495 \text{ mm} \quad W_{z_o} = 2,5546 \text{ mm}$$

Gambar 3.1 : Pola antena Mikrostripe

4. Pengukuran dan Perhitungan VSWR Antena Mikrostrip



Gambar 4.1 : VSWR Antena mikrostrip



Gambar 4.2 : Return Loss Antena mikrostrip

Nilai frekuensi yang dihasilkan dengan ketentuan $SWR \leq 2$ dengan *Network Analyzer* adalah :

Tabel 4.1 : Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip

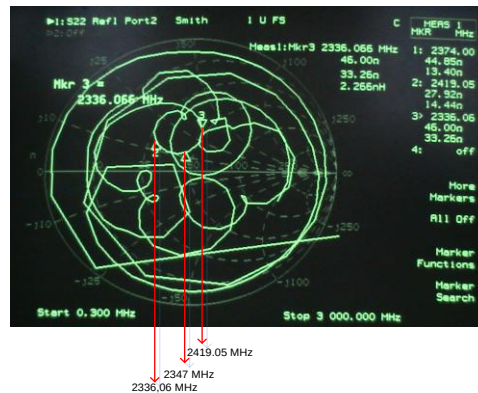
No.	Frekuensi (GHz)	SWR	Koefisien Pantul	Return Loss (dB)
1.	2,374	1,365	0,154	-16,236
2.	2,41905	1,994	0,3319	-9,583
3.	2,33606	2,009	0,335	-9,671

Dari hasil pengukuran VSWR dan koefisien pantul, pada range frekuensi 2,33606 GHz – 2,41905 GHz antena resonant pada frekuensi 2,374 GHz karena pada frekuensi tersebut *return loss* antena paling kecil yaitu -16,236. Pada hasil percobaan didapatkan nilai VSWR pada frekuensi 2,374 GHz sebesar 1,365. Berbeda dengan perencanaan VSWR, yang diharapkan nilai dari VSWR adalah 1.

4.1 Pengukuran Impedansi Antena Mikrostrip

Tabel 4.3 : Hasil pengukuran impedansi antena mikrostrip

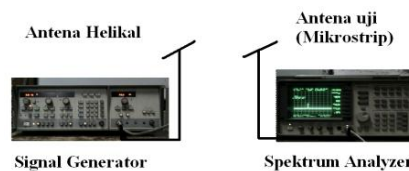
No.	Frekuensi (MHz)	Impedansi (Ω)
1.	2,374	44,85 - j13,40
2.	2,41905	27,92 - j14,44
3.	2,33606	46,00 - j33,26



Gambar 4.3 : Impedansi Antena mikrostrip

Dari hasil pengukuran impedansi antena, impedansi antena pada frekuensi 2,374 GHz adalah $44,85 - j13,40\Omega$. Sedangkan dalam perencanaan, impedansi antena yang diinginkan adalah 50Ω . Dari perbandingan diatas dapat diketahui bahwa adanya selisih sebesar $5,15 + j13,40\Omega$. Dari hasil impedans tersebut dapat diketahui antena tersebut bersifat kapasitif.

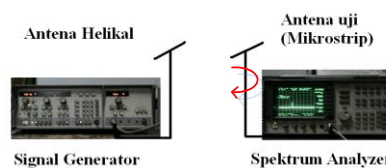
4.2 Pengukuran Gain Antena Mikrostrip



Gambar 4.4 : Rangkaian pengukuran gain antena

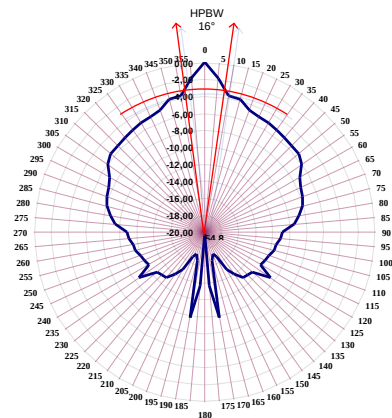
Dari pengukuran dapat diketahui bahwa daya antena mikrostrip lebih besar daripada antena referensi. Pada frekuensi 2,39442 GHz penguatan antena sebesar 5,895 dBi.

4.3 Pengukuran Pola Radiasi Antena Mikrostrip



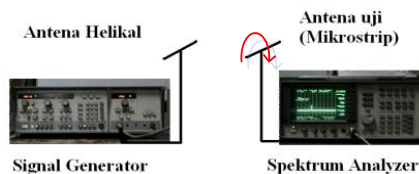
Gambar 4.5 : Rangkaian pengukuran pola radiasi

Dari hasil pengukuran dan pengeplotan daya, menghasilkan bentuk pola radiasi directional yang berarti terjadi daya maksimum (level daya terima antenna memiliki sinyal yang besar) pada sudut putar 0°. Besarnya (HPBW) didapatkan besarnya sebesar 16°.



Gambar 4.6 : Pola radiasi antenna mikrostrip

4.4 Pengukuran Polarisasi Antena Mikrostrip



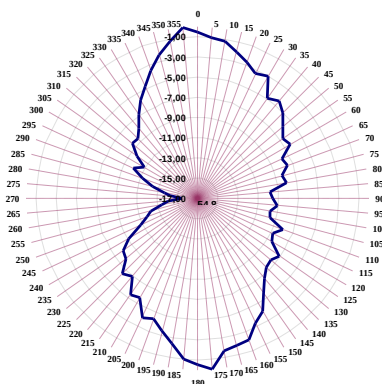
Gambar 4.7 : Rangkaian Pengukuran Polarisasi

Dari gambar 4.8, antenna mikrostrip mempunyai bentuk polarisasi linier. Dari hasil pengukuran dapat diketahui bahwa pada sudut 0° dan 180° menghasilkan polarisasi yang kurang maksimum karena antenna kurang tepat mengarah pada antenna pemancar (helical). Polarisasi maksimum terjadi pada sudut 175° dan 355°, jadi arah antenna penerima meleset 5° ke kiri dari arah sudut 0°.

Untuk menghitung berapa daya yang berkurang akibat penggeseran sudut dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Polarization Mismatch Loss (dB)} = 20 \log (\cos \theta)$$

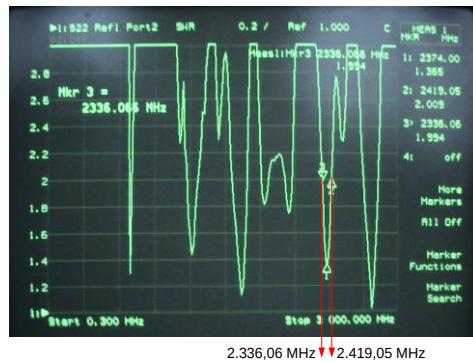
Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa penggeseran sudut 5°. maka radiasi akan berkurang sebesar 0.03 dB.



Gambar 4.8 : Polarisasi antenna mikrostrip

4.6 Perhitungan Lebar Bidang (*Bandwidth*)

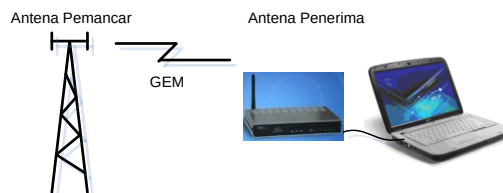
Dari hasil pengukuran penguatan antenna selanjutnya dapat dibuat grafik untuk perhitungan *bandwidth*, yaitu seperti terlihat pada gambar. Dari grafik penguatan tersebut dapat diketahui nilai frekuensi atas sebesar 2,41905 GHz dan frekuensi bawah sebesar 2,33606 GHz, sehingga besarnya lebar bidang atau *bandwidth* antenna hasil perencanaan adalah: 82,99 MHz.



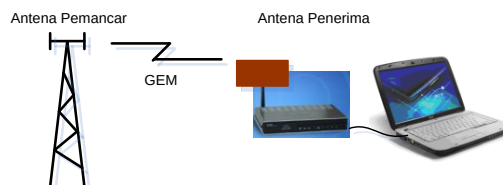
Gambar 4.9 : *Bandwidth* Antena Mikrostrip

4.7 Perbandingan penggunaan antenna Mikrostrip dengan antenna root sebagai antenna tranceiver

Untuk membuktikan bahwa dengan menggunakan antenna mikrostrip mengalami peningkatan penerimaan sinyal di bandingkan dengan antenna root, maka diadakan pengujian antenna dengan menggunakan *Access Point* sebagai berikut:



Gambar 4.10 : Rangkaian Pengukuran Menggunakan Antena Root



Gambar 4.11 : Rangkaian Pengukuran Menggunakan Antena Mikrostrip

Dari hasil percobaan dapat diketahui bahwa apabila menggunakan antenna mikrostrip lebih baik daripada menggunakan antenna root.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan, pembuatan dan analisa antenna mikrostrip dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perubahan frekuensi mempengaruhi besarnya impedansi, Return Loss, dan koefisien pantul suatu antenna.
2. Frekuensi kerja = 2,33606 GHz - 2,41905 GHz.

- 3 Penguatan = 5,895 dB
- 4 Impedansi antenna = $44,85 - j13,40 \Omega$ (bersifat kapasitif).
- 5 Lebar pita antenna = 82,99 MHz
- 6 Pola radiasi antenna directional.
- 7 Polarisasi linier

5.2 Saran

Dalam perencanaan dan pembuatan antenna perlu menguasai konsep-konsep dasar suatu antenna, disamping itu diperlukan ketelitian dalam perhitungan serta pemilihan bahan untuk pembuatan antenna. Agar antenna mikrostrip dapat berfungsi secara optimal maka harus teliti perhitungan, pembuatan desain, pemilihan konektor, pemasangan konektor, serta penyablonan. Dalam pemilihan konektor harus match dengan impedansi dari semua komponen *wireless LAN* yang lain (umumnya 50Ω). Diperlukan ketelitian dalam pengoperasian alat ukur untuk mendapatkan hasil yang akurat. Pengukuran antenna sebaiknya dilakukan pada ruang bebas pantul atau lapangan, karena akan mempengaruhi pola radiasi dari antenna tersebut.

Daftar Pustaka

- Balanis, Constantine A. (1982): *Antena Theory Analysis and Design*, John Wiley and Sons, New York.
- Budi Aswoyo, Muhammad Milchan. (2004): “*Basic Prinsiple Of Antena*”, Radio Communication Training, PENS-ITS, Surabaya.
- Paramitha, Rizqi. (2008): *Desain dan Implimentasi Antena Horn Piramidal untuk Line Of Sight Wireless LAN 2,4 GHz*, Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya.
- Pozar, David M. & Daniel H. Schaubert. (1995): *Microstrip Antenas*, The Institute of Electrical and Engineers Inc, New York.
- Salsabil, Sailendra. (2006): *Pembuatan Antena Omnidirectional 2,4GHz Untuk Jaringan Wireless-LAN*, Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya
- Stutzman, W.L. (1980): *Antena Theory and Design 2, Statistics Attitude Survey*, Roberts and Bliderback.
- Zulhani. (2007): *Performance Study of Proximity Coupled Stacked Configuration for Wideband Microstrip Antena*, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia.