

ANALISIS DIAMETER PIPA PDAM SEBAGAI JALUR TRANSMISI SINYAL WI-FI PADA FREKUENSI 2.4 GHZ

Susanti H.Hasan^{1*)}, Yono Hadi Pramono²

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sukololo, Surabaya Timur 60111

^{1*)} Email: Vhiruz13@yahoo.co.id / susantihasan1@gmail.com

²⁾ Email: yonohadipramono@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan analisis pipa logam PDAM sebagai saluran transmisi gelombang Wi-Fi pada frekuensi 2.4 GHz. Metoda pengukuran dilakukan dengan observasi atenuasi pada berbagai diameter pipa. Pengaturan dilakukan dengan menggunakan *access point* sebagai transmitter Wi-Fi melalui antenna monopole. Begitu juga pada bagian penerima digunakan antenna monopole sejenis. Untuk mengoptimalkan radiasi Wi-Fi agar dapat sepenuhnya masuk ke dalam pipa, maka digunakan box konduktor sebagai sangkar Faraday yang akan membungkus kedua *access point* baik pada pemancar maupun penerima. Dari hasil analisis diameter pipa PDAM untuk diameter 3 inci (7,65 cm) loss / atenuasinya sebesar 13,61 dBm, untuk diameter 4 inci (10,16 cm) loss /atenuasinya sebesar 13,02 dBm, dan untuk diameter 6 inci (15,24 cm) loss /atenuasinya sebesar 1,66 dBm. Dibanding dengan tanpa menggunakan pipa sebagai jalur transmisi untuk jarak yang sama 3 meter loss/atenuasinya mencapai 56,1 dBm. Secara keseluruhan hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi masyarakat untuk mendapatkan komunikasi sinyal Wi-Fi via pipa PDAM.

Kata Kunci: *Wi-Fi, Antena Monopole, Transmisi Gelombang, Atenuasi*

Abstract

Have performed the analysis of metal pipe PDAM as transmission line wave had Wi-Fi at a frequency of 2.4 GHz. The method of attenuation measurements with observations on a variety of pipe diameters. The setting is done by using an access point as a Wi-Fi transmitter through monopole antenna. So also on the type of receiver used monopole antenna. To optimize Wi-Fi radiation in order to fully enter into the pipe, then use the box as a Faraday cage conductor who will wrap up a second access point both at the transmitter and receiver. From the analysis of the pipe diameter PDAM to a diameter of 3 inches (7.65 cm) loss / attenuation of 13.61 dBm, to a diameter of 4 inches (10.16 cm) loss / attenuation of 13.02 dBm, and for a diameter of 6 inches (15.24 cm) loss / attenuation of 1.66 dBm. Compared with without using the pipe as a transmission line for the same distance of 3 meters loss / attenuation reaches 56.1 dBm. Overall results of this study will be useful for people to get a Wi-Fi signal communication via pipeline PDAM.

Keyword : *Wi-Fi, Monopole Antenna, Wave Transmission, Attenuation*

1. Pendahuluan

Dalam era globalisasi dewasa ini, pertukaran informasi telah menjadi bagian yang sangat penting dalam kehidupan. Pertukaran informasi ini tidak hanya terjadi pada lokasi yang berdekatan saja, akan tetapi sudah mengglobal ke seluruh penjuru dunia. Hal ini dapat dimungkinkan dengan makin tumbuhnya teknologi. Salah satu hasil kemajuan teknologi dari sistem telekomunikasi adalah sistem telekomunikasi tanpa kabel (nirkabel), dalam sistem ini terdapat komponen yang dapat mengubah gelombang tertuntun menjadi gelombang ruang bebas dan kebalikannya, komponen ini adalah antena. Antena merupakan elemen yang sangat

penting. Pada setiap aplikasi penggunaannya, pemilihan antena yang tepat, perancangan yang baik dan pemasangan yang benar akan menjamin kinerja (performansi) sistem tersebut [1]. Misalnya antena mikrostrip yang merupakan antena yang terbuat dari strip logam (patch) yang sangat tipis dengan ketebalan strip dan ketebalan substrat (h) yang jauh lebih kecil dibanding dengan panjang gelombang di ruang hampa (λ_0). Ketebalan substrat h pada umumnya terletak pada rentang $0,003 \lambda_0 \leq h \leq 0,005 \lambda_0$ di atas ground plane [8-15].

Wireless fidelity (WIFI) adalah salah satu bagian dari sistem komunikasi nirkabel dimana udara sebagai jalur transmisi. Dalam sistem transmisi data, media transmisi adalah jalur fisik antara

pemancar dan penerima. Selain itu saluran transmisi yang di pergunakan biasanya mengandung kerugian, sehingga sinyal yang masuk mengalami peredaman (*attenuation*) dalam perambatannya, amplitudo sinyal yang melalui saluran transmisi yang mengandung kerugian itu akan mengecil (*lossy transmission line*)[2].

Telah banyak riset yang berkaitan dengan jalur transmisi. Diantaranya saluran *coaxial* dan *fiber optik* dalam pemanfaatannya sebagai pandu gelombang telah berkembang dengan cepat, namun masih diperlukan pembangun infrastruktur lebih awal untuk mengaplikasikannya ke masyarakat. Selain itu pada saluran *coaxial*, redaman yang di akibatkan oleh rugi-rugi dielektrik akan semakin memburuk ketika frekuensi sinyal yang disalurkan semakin tinggi. Bahkan semakin tinggi frekuensi, redaman akibat rugi-rugi dielektrik malah semakin didominasi banding redaman karena resistansi pada konduktornya. Hal ini disebabkan karena redaman akibat resistansi konduktor hanya sebanding dengan akar dari frekuensi, sedangkan redaman akibat rugi-rugi dielektrik berbanding lurus terhadap frekuensi. Penyumbang redaman terbesarnya adalah *inner* dan dielektrik. Bila kedua komponen ini bias dikurangi, atau bahkan dihilangkan, maka akan dengan sendirinya redaman saluran jauh berkurang.

Solusi ini terjadi pada saluran transmisi jenis *waveguide* (Pemandu gelombang berongga) merupakan tipe saluran transmisi yang dikenal untuk sinyal berfrekuensi tinggi, karna hanya sinyal yang memiliki frekuensi yang lebih besar dari frekuensi batas (*cut-off frequency*) dari *waveguide* tersebut yang biasa merambat di dalamnya[2]. Di dalam *waveguide* tidak ada lagi konduktor dalam (*inner*). Sebab daya RF yang disalurkan tidak lagi berupa arus listrik melainkan gelombang elektromagnetik yang menjalar melalui mekanisme pantulan. Sinyal yang hendak disalurkan cukup dimasukkan kedalam *waveguide* melalui *port input* yang terhubung ke antena dalam *waveguide*. Fungsi antena dalam *waveguide* ini adalah untuk memancarkan gelombang elektromagnetik yang selanjutnya akan dipantulkan oleh dinding-dinding *waveguide* untuk kemudian dibimbing menuju ke tempat tujuan.

2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian laboratorium dan tempat penelitian di lakukan di Laboratorium Fisika Optik ITS.

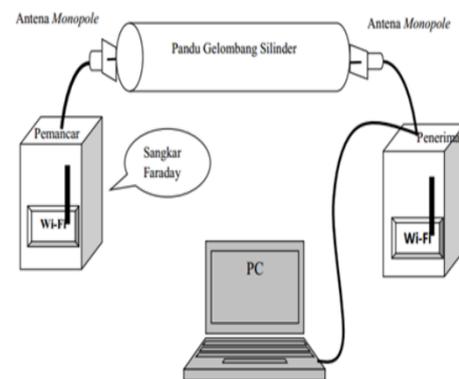
Prosedur Penelitian dibagi menjadi tiga tahapan penelitian. Pertama adalah merancang alat dan Pembuatan antena *monopole*, tahapan yang kedua merangkai alat dan menggunakan antena monopole untuk pengukuran daya (dBm) terima, tahap ketiga perancangan sistem pengukuran daya (dBm) tanpa menggunakan pipa, dan menggunakan pipa silinder kosong dengan diameter berbeda dengan panjang 3 meter. Tahapan penelitian ini dilakukan dengan 10

kali pengukuran (pengambilan data) untuk setiap diameternya.

Berikut adalah diagram alir desain penelitian dan rancangan rangkaian alat.



Gambar 1. Diagram alir desain penelitian



Gambar 2. Rancangan dan rangkaian alat

3. Hasil dan Pembahasan

Antena monopole dimensi fisiknya disesuaikan dengan panjang gelombang system bekerja. Semakin tinggi frekuensi kerja, maka semakin pendek panjang gelombangnya, sehingga semakin pendek panjang fisik suatu antena [3].

Panjang fisik antena dihitung berdasarkan panjang gelombang atau lamda (λ) frekuensi yang menggunakan antena tersebut. Panjang gelombang di hitung dalam satuan meter [4].

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1)$$

Dimana:

λ = panjang gelombang (m)

c = kecepatan rambat gelombang (m/s)

f = frekuensi (Hz)

Maka didapatkan panjang gelombang antena monopole:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.4 \text{ GHz}} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.4 \times 10^9 \text{ Hz}} = 0.125 \text{ m}$$

Antena monopole merupakan hasil modifikasi antena dipole dengan meletakkan bidang konduktor di tengah-tengah dipole pada bidang tegak lurus sumbu antena. Antena monopole (vertical dari ground plane) hanya membutuhkan ketinggian $\frac{1}{4} \lambda$ untuk mencapai resonansi [1].

Maka didapatkan panjang antenna monopole:

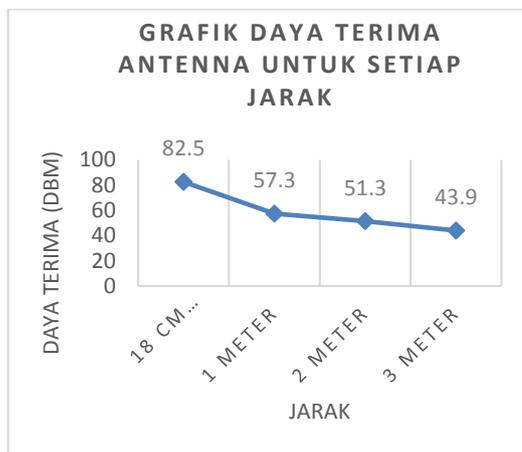
$$\frac{1}{4} \lambda = \frac{1}{4} (0.125 \text{ m}) = 0.03125 \text{ m} = 3.125 \text{ cm}$$

Berikut adalah data hasil percobaan yang dilakukan sebanyak 10 kali untuk arah horizontal dengan jarak yang berbeda tanpa menggunakan pipa sebagai jalur transmisi sinyal, kemudian menghitung nilai rata-ratanya.

Tabel 1. Daya terima antena untuk setiap jarak.

Jarak	Daya terima (dBm)
18 cm (terdekat)	82.5
1 meter	57.3
2 meter	51.3
3 meter	43.9

Dari data pada tabel 1 kemudian grafik yang diperoleh sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik daya terima antena untuk setiap jarak.

Free space loss (FSL) adalah hilangnya Daya sebuah sinyal radio saat ia berpindah dari pemancar ke penerima. Proses terjadinya free space loss (redaman ruang bebas). Untuk perhitungan dari free space loss (redaman ruang bebas) ini menggunakan rumus pada persamaan (2)[5][6].

$$\text{Daya yang hilang(loss)} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

P_1 = Daya frekuensi awal (db)

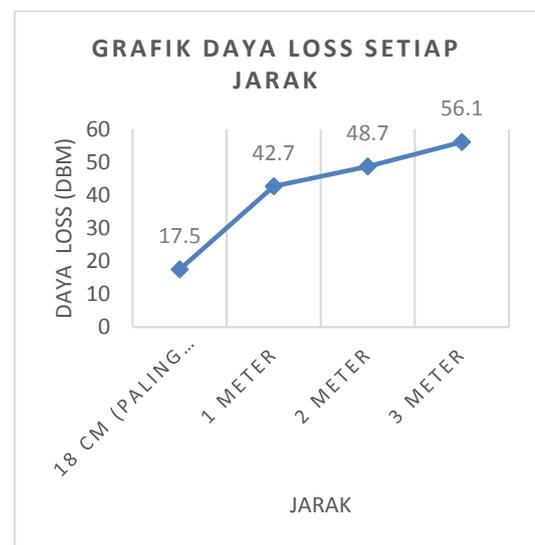
P_2 = Daya frekuensi akhir (db)

Berikut adalah data hasil perhitungan Daya yang hilang (loss) yang dilakukan menggunakan rumus (2).

Tabel 2. Daya loss antena untuk setiap jarak.

Jarak Antena	Daya loss (dBm)
18 cm (paling dekat)	17.5
1 meter	42.7
2 meter	48.7
3 meter	56.1

Dari data pada tabel 2 kemudian grafik yang diperoleh sebagai berikut:



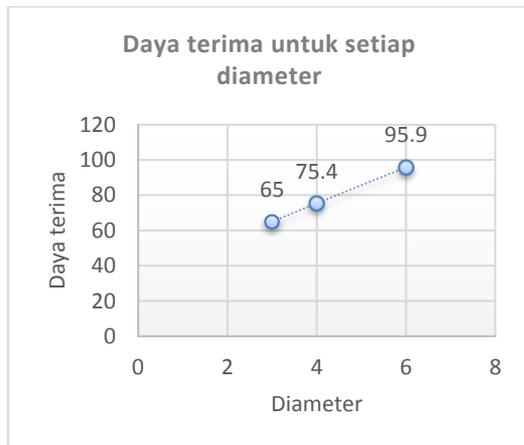
Gambar 4. Daya loss untuk setiap jarak

Berikut adalah data hasil percobaan yang dilakukan sebanyak 10 kali dengan menggunakan pipa sebagai jalur transmisi sinyal dan menggunakan pipa berdiameter yang berbeda-beda, kemudian menghitung nilai rata-ratanya.

Tabel 3. Daya terima antena untuk diameter berbeda.

Diameter	Daya terima (dBm) panjang 3 m
3 inci	65
4 inci	75.4
6 inci	95.9

Dari data pada tabel 3 kemudian grafik yang diperoleh sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik daya terima untuk tiap diameter.

Untuk perhitung besarnya frekuensi cut-off pada saluran transmisi pandu gelombang silinder dengan Persamaan 3[7].

$$f_c = \frac{x_{mn}}{2\pi a \sqrt{\mu\epsilon}} = \frac{x_{mn}}{2\pi a} c \quad (3)$$

Dengan

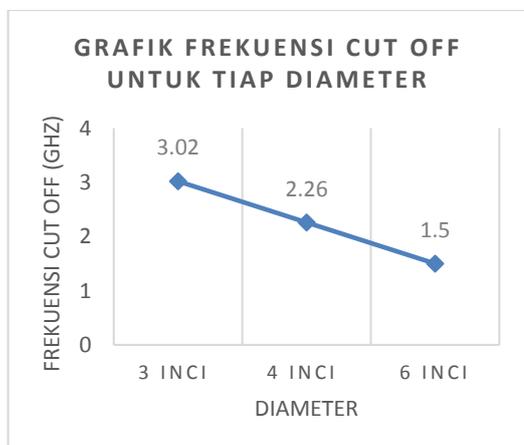
$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Maka diperoleh Frekuensi cut off untuk mode TM terendah yaitu TM_{01} sebagai berikut:

Tabel 4. Frekuensi cut off untuk tiap diameter

Diameter	Frekuensi cut off Mode TM_{01}
3 inci	3.02
4 inci	2.26
6 inci	1.5

Dari data pada tabel 4 kemudian grafik yang diperoleh sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik frekuensi cut off untuk tiap diameter.

Redaman yang dihasilkan dari kerugian permukaan dinding dalam pandu gelombang silinder menggunakan persamaan 4[7].

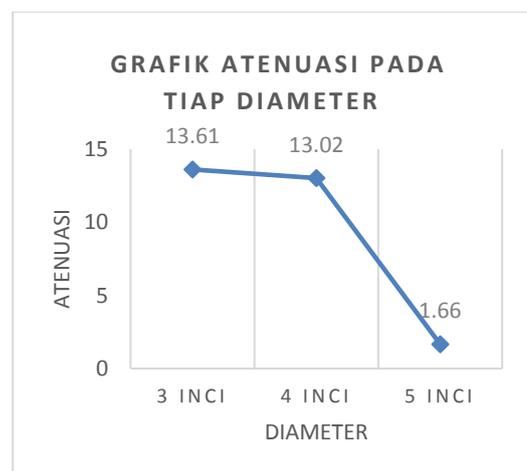
$$\alpha = \frac{R_e Z_c}{a R_e Z_d} \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2} \left[\left(\frac{f_c}{f}\right)^2 + \frac{m^2}{x_{mn}^2 - m^2} \right] \quad (4)$$

Maka diperoleh atenuasi untuk tiap diameter dengan mode TM terendah yaitu TM_{01} sebagai berikut:

Tabel 5. Atenuasi pada tiap diameter.

Diameter	Atenuasi/ Daya loss
3 inci	13.61
4 inci	13.02
5 inci	1.66

Dari data pada tabel 5 kemudian grafik yang diperoleh sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik atenuasi pada tiap diameter

Dari tabel 1 dan gambar grafik 3 dapat dilihat bahwa daya terima antenna untuk jarak yang paling dekat yaitu 18 cm dengan daya terima 82.5 dBm. Semakin jauh pada jarak 3 meter daya terimanya semakin kecil yaitu 43,9 dBm.

Hal ini juga terlihat pada tabel 2 dan gambar grafik 4 yakni daya loss/redaman pada jarak terdekat 18 cm mengalami loss sebesar 17,5 dBm dan besar lossnya pada jarak 3 meter yaitu 56,1 dBm.

Sementara untuk daya terima dalam pandu gelombang pipa PDAM dengan panjang 3 meter dan diameter berbeda seperti yang terlihat pada tabel 3 dan gambar grafik 5 menunjukkan bahwa pada diameter 3 inci(7,62 cm) daya terimanya sebesar 65 dBm dan mengalami peningkatan hingga 95.9 dBm untuk diameter 6 inci(15,24 cm).

Hal ini sesuai dengan nilai frekuensi cut off pada tabel 5 dan gambar grafik 7. Karena frekuensi cut off berbanding terbalik dengan jari-jari(a) pipa.

Sehingga pada frekuensi kerja 2.4 GHz untuk diameter 6 inci(15,24 cm) frekuensi ambang atau frekuensi cut offnya 1.5 GHz.

Sehingga pada tabel 4 dan gambar grafik 6 menunjukkan bahwa loss /redaman pada pandu gelombang pipa PDAM untuk diameter 3 inci(7,62 cm) mengalami loss sebesar 13,61 dBm dan mengalami penurunan loss pada diameter 6 inci(15,24 cm) yaitu sekitar 1,66 dBm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Perhitungan, analisa data dan pembahasan di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

- Daya terima antenna tanpa menggunakan pandu gelombang pipa PDAM semakin kecil ketika semakin besar jarak antara antenna pengirim ke antenna penerima.
- Daya loss atau atenuasinya semakin besar sebanding dengan jaraknya ketika tanpa menggunakan pandu gelombang pipa PDAM.
- Daya terima antenna dengan menggunakan pandu gelombang pipa PDAM semakin besar sebanding dengan diameter pipa dengan frekuensi kerja 2,4 GHz.
- Daya loss atau atenuasi pada pandu gelombang pipa PDAM semakin kecil pada diameter semakin besar.

5. Ucapan Terimakasih

Terimakasih saya ucapkan kepada bapak yono hadi pramono selaku pembimbing saya yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing saya hingga bisa selesai penelitian ini.

Daftar Acuan

- [1] Alaydrus Mudrik. *Antena Prinsip dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2011
- [2] Alaydrus Mudrik. *Saluran Transmisi Telekomunikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2009
- [3] J. D. Kraus. *Electromagnetics*. Kogakusha, Japan: McGraw-Hill. 1982
- [4] Balanis, Constantine A. *Antena Theory Analysis and Design*. Canada: John Wiley Sons. 2005
- [5] Y. Liao, Samuel. *Microwave Circuit Analisis and Amplifier Design*. New Jersey: Prentice-Hall. 1987
- [6] Michael Tamamoto dan Wayne Shiroma. *Active Antenas and UHF Antenas for Cubesat Application*. Honolulu: Universitas Hawaii at manoa.
- [7] Y. Liao, Samuel. *Engineering Application of Electromagnetic Theory*. California State University, Fresno. United States of America. 1988
- [8] Muhtadi, D., Pramono, Y.H., *Desain Fabrikasi Dan Karakterisasi Antena Wideband Mikrostrip Slot Bowtie Dengan CPW Untuk Komunikasi Wireless*, Program Pascasarjana Fisika, FMIPA -Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010
- [9] Qomariyah, N., Pramono, Y.H., *Fabrikasi Dan Karakterisasi Antena Mikrostrip Dipol*, Program Pascasarjana Fisika, FMIPA -Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010
- [10] Naqiyyah, H., Pramono, Y.H., *Fabrikasi dan Karakterisasi Antena Mikrostrip Loopline Untuk Komunikasi Wireless Local Area Network (WLAN)*, Program Pascasarjana Fisika, FMIPA -Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010
- [11] Khasanah, U., Pramono, Y.H., *Fabrikasi dan Karakterisasi Dipole Biquad Antenna Untuk Komunikasi Wifi*, Program Pascasarjana Fisika, FMIPA -Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2009
- [12] Sari, N., Pramono, Y.H., *Pembuatan Antena Mikrostrip 2,4 Ghz Untuk Komunikasi Aironet Komputer*, Program Pascasarjana Fisika, FMIPA -Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2009
- [13] Rahayu, E.M., Pramono, Y.H., 2009. *Fabrikasi dan Karakterisasi Antena mikrostrip Loop Co-Planar Waveguide dua Lapis Substrat untuk Komunikasi C-Band dan Ku-Band*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 5 (2)
- [14] Uboyo, A., Pramono, Y.H., 2009. *desain dan Fabrikasi Antena Mikrostrip loop dengan Feed Line Mikrostrip Feed Line Dua Lapis Substrat untuk Komunikasi CBand*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 5 (2)
- [15] Suherman, N., Pramono, Y.H., *Analisis Dan Fabrikasi Antena Mikrostrip Horn Dilengkapi Reflektor Parabola Dengan Metoda Fdtd*, Program Pascasarjana Fisika, FMIPA-Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2009

