

KARAKTERISASI PANJANG PIPA PDAM SEBAGAI SALURAN TRANSMISI WI-FI PADA FREKUENSI 2.4 GHZ

Kezia N Anou^{*)}, Yono Hadi Pramono^{**)}

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Arif Rahman Hakim, Sukolilo, Surabaya 60111

^{*)} Email: keziaanou@gmail.com

^{**)} Email: yonohadipramono@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan karakterisasi pipa logam PDAM sebagai saluran transmisi gelombang *Wi-Fi* pada frekuensi 2.4 GHz. Metode pengukuran dilakukan dengan observasi atenuasi pada berbagai panjang pipa. Pengaturan eksperimen dilakukan dengan menggunakan *access point* sebagai pemancar *Wi-Fi* melalui antena monopole. Begitu juga pada bagian penerima digunakan antena monopole sejenis. Untuk mengoptimalkan radiasi *Wi-Fi* agar dapat sepenuhnya masuk ke dalam pipa, maka digunakan boks konduktor sebagai sangkar Faraday yang akan membungkus kedua *access point* baik pada pemancar maupun penerima. Hasil karakterisasi panjang pipa PDAM akan dapat menentukan nilai atenuasi/loss per meternya yang dibandingkan dengan propgasi sinyal tanpa pipa. Nilai atenuasi dan daya pada jarak 12 meter adalah 0.1661 dB dan 64.7 dB dimana sinyal dapat diarahkan menuju antena penerima dengan baik. 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

1. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan teknologi di bidang telekomunikasi khususnya teknologi tanpa kabel (*wireless*) mendorong para perancang antena baik dari kalangan akademis maupun dari kalangan industri untuk merancang suatu antena yang dapat mendukung teknologi tersebut[6].

Wi-Fi atau *Wireless Fidelity* adalah satu standar *Wireless Networking* tanpa kabel, hanya dengan komponen yang sesuai dapat terkoneksi ke jaringan. Komunikasi tanpa kabel/nirkabel (*wireless*) telah menjadi kebutuhan dasar atau gaya hidup baru masyarakat informasi. *LAN* nirkabel yang lebih dikenal dengan jaringan *Wi-Fi* menjadi teknologi alternatif dan relatif lebih mudah untuk diimplementasikan di lingkungan kerja ataupun masyarakat modern saat ini. Dengan mempertimbangkan kebutuhan dari masyarakat saat ini akan komunikasi dan informasi maka banyak cara yang dilakukan untuk mendapatkan layanan internet yang sebaik mungkin[1].

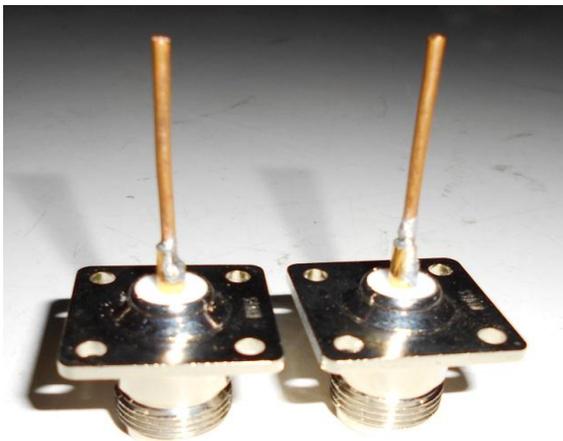
Wi-Fi menggunakan ruang bebas atau *free space* dalam propagasinya. Komunikasi *Wi-Fi* (nirkabel) menggunakan gelombang elektromagnetik untuk mengirimkan sinyal jarak jauh [2]. Beberapa kendala yang ada di lapangan dalam komunikasi adalah komunikasi dengan menggunakan *Wi-Fi* selalu terkendala jarak tempuh dan penghalang. Jarak tempuh ditentukan oleh desain struktur antena dan daya yang dipancarkan yang terbatas kecil sekitar 100mW. Penghalang dapat berupa pepohonan, cuaca mendung, dan gedung-gedung bertingkat. Dari

beberapa pertimbangan di atas, maka penelitian ini mencoba menyelesaikan permasalahan tersebut dengan memanfaatkan pipa PDAM sebagai media transmisi sinyal *Wi-Fi* 2.4 GHz. Dengan harapan bahwa setiap masyarakat boleh menerima sinyal *Wi-Fi* dengan kekuatan sinyal yang baik meskipun bertempat tinggal cukup jauh dari antena pemancar. Hal inilah yang melatarbelakangi penelitian ini.

2. Metode Penelitian

Dalam propagasi sinyal *wi-fi* tidak terlepas dari penggunaan antena sebagai *transceiver* (*transmitter* dan *receiver*). Antena adalah komponen penting dalam proses transfer komunikasi sehingga menjadi satu kesatuan teknologi yang terintegrasi dengan baik[8] atau dengan kata lain antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik melalui media transmisi dapat berupa *freespace*, udara maupun pandu gelombang (saluran transmisi) [5]. Tahap pertama dimulai dengan pembuatan 2 buah antena monopole $1/4\lambda$. Bentuk dan desain antena yang diharapkan adalah antena yang mempunyai gain yang tinggi, efisiensi yang besar, *bandwidth* yang lebar, *Return Loss (RL)* kecil, *voltage Standing Wave Ratio(VSWR)* bernilai rendah berat yang relatif ringan, dan biaya yang murah[7]. Untuk penelitian ini hanya uji kelayakan antena dimana akan diketahui nilai *VSWR*, rentang frekuensi kerja yang akan menandakan karakteristik dari antena yang baik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *network analyzer*. Antena *monopole* memiliki frekuensi 2.4 GHz. Alasan digunakan antena

monopole $1/4\lambda$ adalah memudahkan perhitungan matching transmission line dengan konektor 50Ω [9].

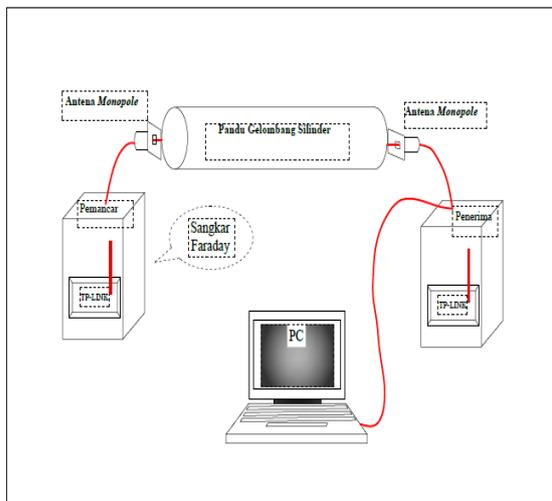


Gambar 1. Antenna monopole $1/4\lambda$

Pemandu gelombang elektromagnetik terbuat dari bahan konduktor silinder berongga yang adalah tipe saluran transmisi yang akan digunakan. Pipa besi adalah bahan yang digunakan sebagai pandu gelombang silinder yang ditetapkan diameternya yaitu 4 inci (10.86 cm). Selain antena dan pandu gelombang juga digunakan 2 buah *access point* dan 2 buah sangkar Faraday yang akan mengisolasi sinyal dari dan menuju pada antena penerima.

Eksperiment

Penyetingan alat dapat dilakukan seperti skema alat pada gambar dibawah ini:

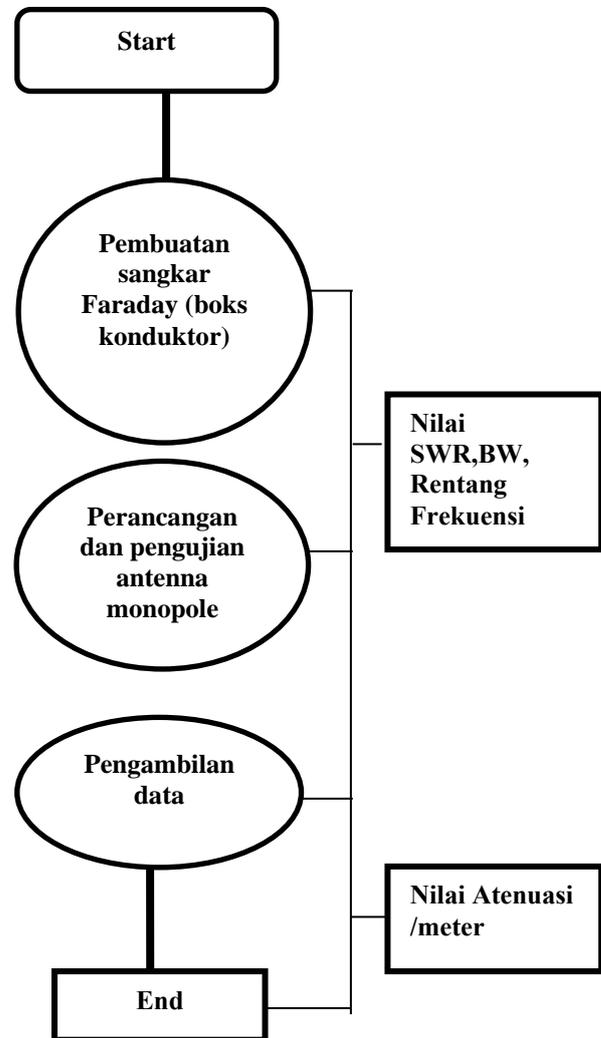


Gambar 2. Setting alat

Pengambilan data atenuasi per meter dari pipa dapat dilakukan dengan membaca nilai daya yang terbaca pada laptop. Pengukuran daya yang diterima diukur

per meter didalam pipa dan juga akan dibandingkan dengan daya yang diterima tanpa pipa variasi panjang pipa mulai dari 1-12 meter.

Alur penelitian dapat berjalan seperti diagram dibawah ini:



Gambar 3. Alur penelitian

Daya yang diterima dari hasil pengukuran akan menunjukkan daya terima, daya loss serta atenuasi. Untuk menghitung nilai atenuasi dari diameter pipa maka dapat dituliskan rumus [3]:

$$\alpha = \frac{ReZ_c}{aReZ_d\sqrt{1-fc/f}^2} \left[\left(\frac{f_c}{f}\right)^2 + \frac{n^2}{(X'_{mn})^2 - n^2} \right] \quad (1)$$

Dan untuk menghitung besar nilai atenuasi pada bertambah jarak dengan menggunakan rumus[4]:

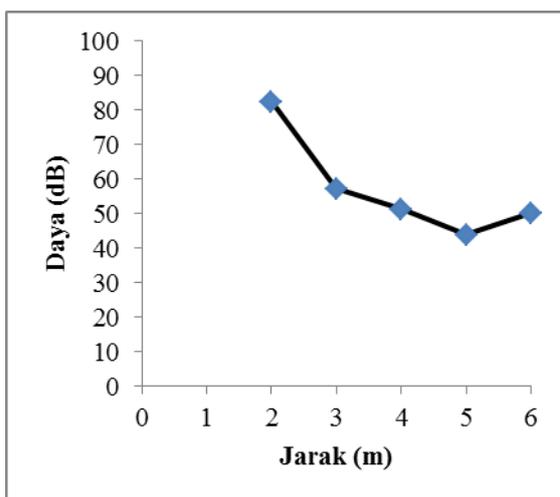
$$\alpha_g = \frac{P_l}{P_{tr}} \quad (2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Telah dilakukan pengujian 2 antenna monopole dengan menggunakan *Network analyzer* mendapatkan nilai VSWR yang masing-masing adalah 1. Nilai ini memberi data yang cocok ketika dilakukan pengujian antenna dimana memiliki hasil yang baik pada daya terimanya. Nilai *Bandwidth* dari kedua antenna adalah -41.28 dB dan -39.50 dB. Dimana kedua antenna ini bekerja pada frekuensi 2.4 GHz. Hasil pengukuran daya sinyal yang diterima tanpa pipa akan menjadi pembanding untuk besarnya sinyal yang diterima melalui pipa. Berikut adalah tabel dari pengukuran daya tanpa pipa.

Tabel 1. Daya sinyal yang diterima tanpa pipa

| No. | Jarak (m) | Pr (dB) |
|-----|------------------|---------|
| 1. | 18 cm (terdekat) | 82.5 |
| 2. | 1 | 57.3 |
| 3. | 2 | 51.3 |
| 4. | 3 | 43.9 |
| 5. | 4 | 50.3 |
| 6. | 5 | 40.2 |
| 7. | 6 | 51.2 |

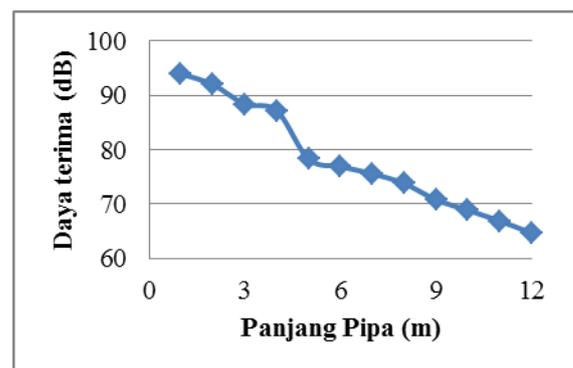


Gambar 4. Daya terima tanpa pipa dengan variasi jarak

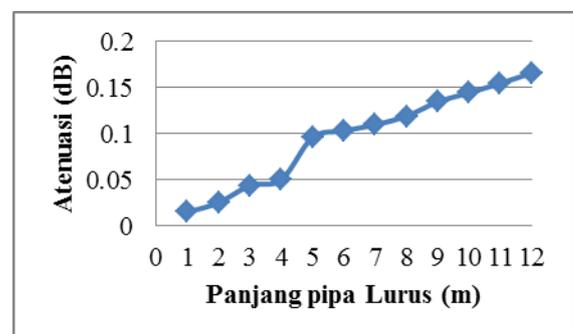
Dari grafik diatas terlihat bahwa daya yang diterima oleh antenna memiliki nilai semakin kecil ketika jarak bertambah.

Tabel 2. Besar daya sinyal yang diterima dengan variasi jarak dengan daya transmisi 96.9 dB

| Pjg. Pipa (m) | Daya Terima (dB) | Daya Loss (dB) | Atenuasi Panjang (dB) |
|---------------|------------------|----------------|-----------------------|
| 1 | 94 | 2.9 | 0.01496388 |
| 2 | 92 | 4.9 | 0.025283798 |
| 3 | 88.4 | 8.5 | 0.043859649 |
| 4 | 87.2 | 9.7 | 0.0500516 |
| 5 | 78.3 | 18.6 | 0.095975232 |
| 6 | 76.9 | 20 | 0.103199174 |
| 7 | 75.6 | 21.3 | 0.109907121 |
| 8 | 73.8 | 23.1 | 0.119195046 |
| 9 | 70.8 | 26.1 | 0.134674923 |
| 10 | 68.9 | 28 | 0.144478844 |
| 11 | 66.9 | 30 | 0.154798762 |
| 12 | 64.7 | 32.2 | 0.166150671 |



Gambar 5. Nilai daya diterima per satuan panjang dari pipa sambungan lurus



Gambar 6. Nilai atenuasi dengan pengaruh jarak

Untuk daya terima pada antenna yang berada dalam pipa dengan variasi panjang pipa dari 1-12

meter terlihat seperti pada grafik diatas adalah sinyal dari antenna beresilasi pada jangkauan jarak tersebut. Ketika kedua antenna berada pada jarak paling dekat (1 meter) daya yang diterima antenna berada pada skala 94 dB dan kemudian berada di skala 76.9 dB dengan jarak 6 meter. Daya terima berikutnya adalah pada panjang pipa 9 meter dengan besar 70.8 dB. Untuk panjang pipa 12 meter sinyal memiliki daya sebesar 64.7 dB. Ada beberapa faktor yang menyebabkan turun sinyal yang diterima yaitu jarak tempuh, kerapatan sambungan antar pipa, dan kemungkinan material besi yang tidak 100% konduktor sehingga menyebabkan daya terima semakin berkurang dan nilai atenuasi membesar.

Perhitungan nilai atenuasi sepanjang pipa 4 inci menggunakan persamaan (1) yaitu $1.77E-06$ dB yang menyatakan nilai *loss* pada sepanjang permukaan dinding pipa konduktor.

Ketika nilai daya dan nilai atenuasi pada propagasi gelombang tanpa pipa dan di dalam pipa memiliki rasio maka dapat dilihat bahwa nilai daya terima dari keduanya berada pada rentang sinyal 80-90, namun ketika antenna penerima semakin menjauh maka nilai kedua semakin berbeda. Namun, untuk kekuatan sinyal yang diterima antenna yang menggunakan pandu gelombang (pipa) menjadi lebih stabil dimana sinyal yang ditransmisikan tidak menyebar secara radial seperti yang terjadi pada propagasi sinyal *Wi-Fi* tanpa pipa. Dapat dihitung nilai atenuasi pada jarak 12 meter dengan persamaan (2) maka didapatkan nilai atenuasi sebesar 0.1661 dB m^{-1} . Meskipun terlihat pada grafik bahwa atenuasi berbanding lurus dengan jarak namun kenaikannya tidak pada kelipatan yang sama..

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa ketika sinyal *Wi-Fi* 2.4 GHz ditransmisikan dalam pandu gelombang maka sinyal tersebut dapat dipandu dengan baik menuju ke arah antenna penerima dengan jarak yang semakin jauh dan dapat secara langsung memaksimalkan serta menstabilkan daya yang diterima.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kami ucapkan kepada Bapak Yono Hadi Pramono sebagai pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk mengarahkan kami dalam pengambilan data sampai kepada pengolahan daya yang kesemuanya dapat berjalan dengan baik.

Daftar Acuan

- [1] Priyambodo, T.K. 2005. *Jaringan Wi-Fi*. Yogyakarta. C.V Andi Offset
- [2] Purbo, W.Onno .2007. *Jaringan Wireless Di Dunia Berkembang*. Yogyakarta:CV. Andi Offset
- [3] J. D. Kraus. 1982. *Electromagnetics*. 2nd edition. McGraw-Hill: Kogakusha, Japan
- [4] Y.Liao Samuel. 1988. *Engineering Application of electromagnetic theory*. California state University, Fresno. United States of America.
- [5] Kobayasi, Takehiko. "A planar UWB Monopole Antenna Formed on a printed Circuit Board". Tokyo Denki University.
- [6] Muhtadi, Didi. Pramono, Yono Hadi. *Antena Mikrostrip Slot Berstruktur Kupu-Kupu Dengan Feeding CoPlanar Waveguide*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- [7] Risfaula Erna K., Pramono Yono Hadi *antena Panel 2,4 Ghz Dengan Microstrip Line Berstruktur 5 Larik Dipole*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- [8] Artawan, Putu. Pramono Yono Hadi. *Fabrikasi Dan Karakterisasi Antena Panel 4 Microstrip Patch Horn untuk Komunikasi Wi-Fi Pada Frekuensi 2,4 Ghz*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- [9] Gunawan, W.H, Pramono Yono Hadi. *Ultra-Wide Band Antenna with low cost for radar application*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya