

Desain Penempatan Antena Wi-Fi 2,4 Ghz di Hall Gedung Baru PENS-ITS dengan Menggunakan Sistem D-MIMO

Sihlerly Ardianta¹, Tri Budi Santoso², Okkie Puspitorini²

¹Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jurusan Teknik Telekomunikasi

² Laboratorium *Digital Signal Processing*, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

² Laboratorium *Microwave*, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Kampus ITS, Surabaya 60111

e-mail : sihlerly@student.eepis-its.edu email: tribudi@eepis-its.edu, okkie@eepis-its.edu

Abstrak—Propagasi gelombang radio merupakan fenomena dalam proses perancangan sebuah sistem komunikasi nirkabel (*wireless communication*), karena propagasi merupakan parameter yang sangat penting pada keberhasilan sebuah sistem komunikasi. Pada proyek akhir ini akan dibuat simulasi penempatan antenna Wi-Fi di hall gedung baru Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember (PENS-ITS). Level daya dan *pathloss* diamati dengan melakukan pengukuran menggunakan *spectrum analyzer* dan *netstumbler*. Data ini selanjutnya digunakan dasar untuk proses simulasi penempatan antenna Wi-Fi dengan sistem D-MIMO (*Distributed Multiple Input Multiple Output*). Hasil proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang lokasi penempatan Wi-Fi yang optimal di hall gedung baru PENS-ITS.

Kata kunci : C-MIMO, *wireless communication*, *spectrum analyzer*, *netstumbler*, *pathloss*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi berkembang dengan cepat terutama jaringan *wireless* (jaringan nirkabel). PENS-ITS menyediakan layanan *wireless* untuk akses internet. Namun, tidak semua tempat di wilayah PENS-ITS bisa mendeteksi *wireless* tersebut. Di beberapa tempat terdapat *blank spot* (tidak terdeteksi adanya *wireless*) dan juga terdapat wilayah yang mendeteksi lebih dari satu akses *wireless*.

Pada proyek akhir ini digunakan D-MIMO (*Distributed Multiple Input Multiple Output*) untuk menempatkan antenna Wi-Fi. MIMO merupakan sistem komunikasi yang melewatkan banyak sinyal informasi dalam satu kanal sehingga efek propagasi sangat mempengaruhi sistem MIMO[1]. Sistem MIMO dapat didefinisikan secara sederhana sebagai penggunaan antenna pemancar dan penerima dengan jumlah jamak (*multiple*)[2]. Pada penelitian sebelumnya digunakan sistem MIMO untuk propagasi LOS dan NLOS indoor pada frekuensi 1,7 GHz[3]. Pada proyek akhir ini menggunakan frekuensi yang berbeda yaitu 2,4 GHz untuk memperoleh nilai level daya dan *pathloss*.

Tujuan dari proyek akhir ini adalah membuat simulasi penempatan antenna Wi-Fi dengan menggunakan sistem D-

MIMO (*Distributed Multi Input Multi Output*) berdasarkan propagasi LOS (*Line Of Sight*) dan NLOS (*Non Line Of Sight*) di hall gedung baru PENS-ITS untuk memperoleh lokasi untuk pengaksesan Wi-Fi yang optimal.

II. TEORI PENUNJANG

2.1 *Wireless Fidelity (Wi-Fi)*

Versi Wi-Fi IEEE 802.11b/g beroperasi pada 2.400 MHz sampai 2.483,50 MHz. Wi-Fi bekerja dalam 11 channel (masing-masing 5 MHz), berpusat di frekuensi berikut:

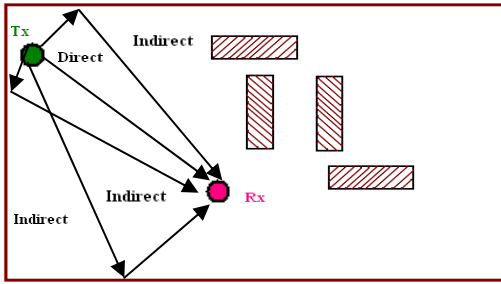
- a. Channel 1 - 2,412 MHz
- b. Channel 2 - 2,417 MHz
- c. Channel 3 - 2,422 MHz
- d. Channel 4 - 2,427 MHz
- e. Channel 5 - 2,432 MHz
- f. Channel 6 - 2,437 MHz
- g. Channel 7 - 2,442 MHz
- h. Channel 8 - 2,447 MHz
- i. Channel 9 - 2,452 MHz
- j. Channel 10 - 2,457 MHz
- k. Channel 11 - 2,462 MHz

2.2 *Propagasi Gelombang Radio*

Propagasi merupakan proses perambatan gelombang dari satu tempat ke tempat yang lain. Bila dilihat berdasarkan mekanisme propagasi sinyal, propagasi ada beberapa jenis diantaranya adalah *free space*, *refleksi*, *difraksi*, dan *scattering*.

2.3 *Lintasan Jamak (Multipath)*

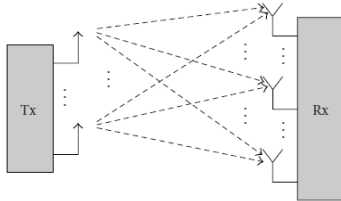
Multipath terjadi karena pada propagasi gelombang elektromagnetik tidak bisa dihindarkan adanya refleksi, difraksi, dan scattering. Multipath merupakan hal yang seharusnya dihindari pada sistem komunikasi *wireless*, karena multipath memberikan kerugian pada sistem transmisi *wireless*[5].



Gambar 1. Ilustrasi Multipath

2.4 Sistem MIMO

Dalam paper Michel A. Jensen dan J.W. Wallace membahas tentang antena dan propagasi untuk Komunikasi Nirkabel MIMO (*Multi Input Multi Output*). MIMO (*Multi Input Multi Output*) merupakan sistem komunikasi yang melewatkan banyak sinyal informasi dalam satu saluran/kanal. Sistem sebagai penggunaan antena pemancar dan penerima dengan jumlah jamak (multiple)[2].



Gambar 2. Blok sistem MIMO

2.5 Prinsip D-MIMO

Pada D-MIMO (*Distributed Multiple Input Multiple Output*) sejumlah antena yang digunakan mengumpul pada satu titik. Dalam Sistem D-MIMO dinyatakan dengan antena penerima sejumlah M, dengan K port *collocated* antena pemancar yang memiliki N antena per port sehingga sistem D-MIMO dinyatakan dalam (M,N,K). Setiap port yang ada saling mengirimkan informasi pada penerima secara bersamaan dengan cara tertentu.

2.6 Pathloss

Pathloss secara umum didefinisikan sebagai penurunan kuat medan secara menyeluruh sesuai bertambah jauhnya jarak antara pemancar dan penerima. *Pathloss free space model* jika diketahui jarak dan frekuensinya dapat dilihat pada persamaan (1)[4].

$$L_p = 10 \log_{10} G_T + 10 \log_{10} G_R + 20 \log_{10} h_T + 20 \log_{10} h_R - 40 \log_{10} d \quad (1)$$

Untuk perhitungan jarak digunakan rumus seperti persamaan (2) dan persamaan (3).

$$S = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (2)$$

$$J = \sqrt{(S)^2 + (H)^2} \quad (3)$$

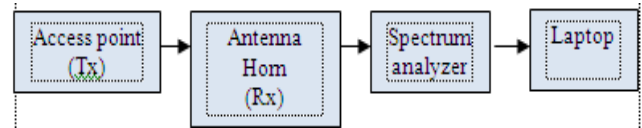
dengan, P_t dan P_r adalah daya pancar access point dan daya terima pada user, G_t dan G_r adalah gain antena pemancar dan

penerima, h_T dan h_R adalah tinggi antena pemancar dan tinggi antena penerima. sedangkan d adalah jarak Tx dan Rx.

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Set Up Pengukuran

Sesuai dengan metode pengukuran D-MIMO, maka setup pengukuran seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Setup Pengukuran

3.2 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah :

- Access Point (antena transmitter).
- Antena Horn (antena receiver).
- Frequency Spectrum Handheld (FSH View).
- Kabel Koaksial.
- Laptop.
- Software FSH View dan Netstumbler.
- Meteran.
- Tripod Antena.

3.3 Parameter pengukuran

Parameter pengukuran yang dilakukan pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

- Ketinggian antena pemancar yang digunakan adalah 2,27 meter dan ketinggian antena penerima 0,98 meter.
- Frekuensi kerja 2,4 GHz. Dimana frekuensi start adalah 2,39 GHz dan frekuensi stop 2,49 GHz.
- Mengambil koordinat lokasi pengukuran akses point dan antena penerima.
- Pengukuran dilakukan secara *Line Of Sight* (LOS) dan *Non Line Of Sight* (NLOS).

3.4 Skenario pengukuran

Pada sistem D-MIMO digunakan antena array planar sintesis. Antena array planar sintesis disini diasumsikan sebagai pemindahan antena Tx pada bidang datar sebanyak dua titik pergeseran, dengan jarak antar elemen atau titik berbeda-beda. Konfigurasi antena *array planar sintesis* adalah konfigurasi 2x2 untuk pemancar dan penerima.

Jarak antar elemen *array* yang digunakan adalah $0,5\lambda$, bila frekuensi kerja yang digunakan adalah 2,4 GHz maka jarak antar elemen *array* adalah sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{dimana } f = 2,4 \times 10^9 \text{ Hz}$$

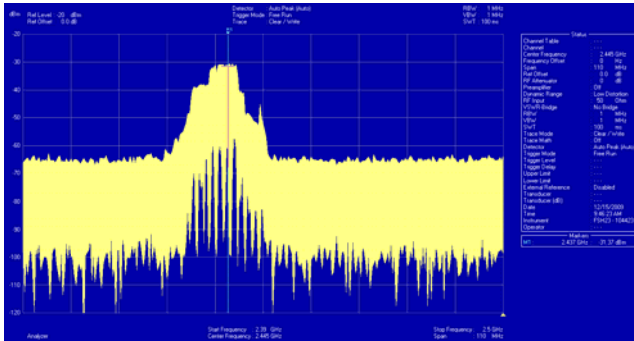
$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,125 \text{ m}$$

Pengukuran dilakukan secara *Line of Sight* (LOS) dan *Non Line of Sight* (NLOS) yang dilakukan di hall gedung baru

PENS-ITS yang terdiri dari 3 lokasi pengukuran yaitu lantai 1, lantai 2 dan lantai 3. Pengukuran secara LOS dilakukan di luar ruang kelas dan pengukuran secara NLOS dilakukan dalam ruang kelas. Tiap lokasi pengamatan diambil sebanyak 25 titik sample.

3.5 Data Hasil Pengukuran

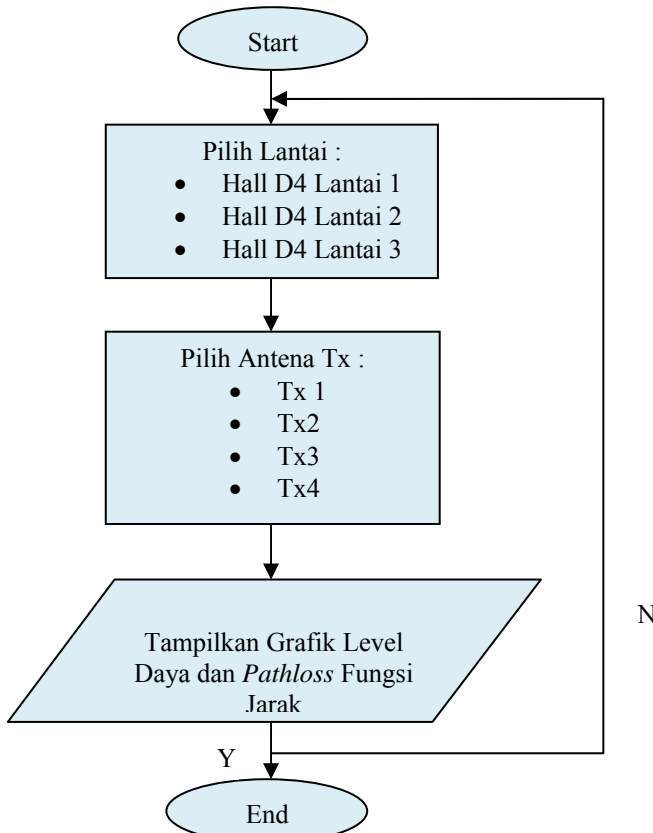
Dari hasil pengukuran diperoleh data yang berupa dalam bentuk *.rss



Gambar 4. Data hasil pengukuran format *.rss

3.6 Desain sistem

Dari data pengukuran dan hasil pengolahan menjadi bentuk grafik level daya dan *pathloss* terhadap fungsi jarak, tahap selanjutnya adalah membuat simulasi menggunakan perangkat lunak. *Flowchart* simulasi yang akan dibuat ditunjukkan dalam diagram di bawah ini.



Gambar 5. Flowchart rancangan tampilan simulasi

IV. PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

4.1 Hasil Simulasi

Dari pengolahan data yang telah diperoleh, langkah selanjutnya adalah membuat simulasi. Simulasi dibuat dengan menggunakan software Visual Basic 6.

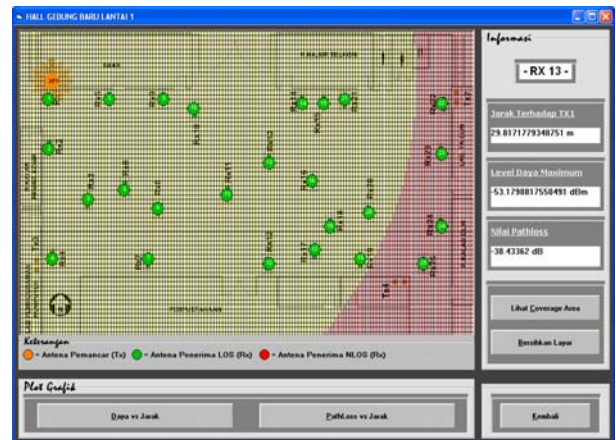


Gambar 6. Tampilan Awal Simulasi



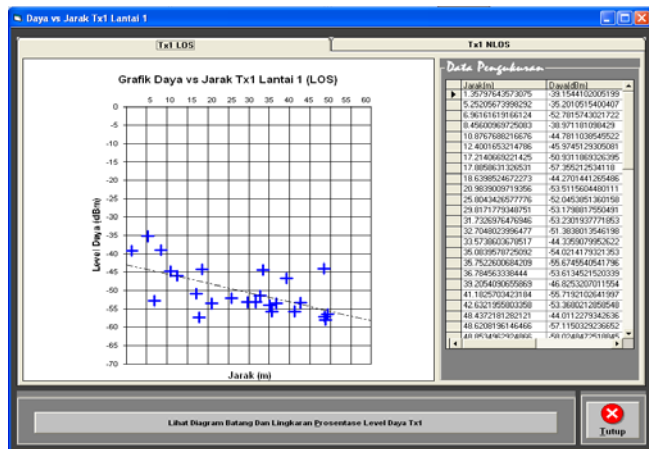
Gambar 7. Tampilan Menu Pilihan

Apabila ingin melihat level daya pada Tx1 maka diklik *optionbutton Tx1* dan *button coverage area* maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar8.



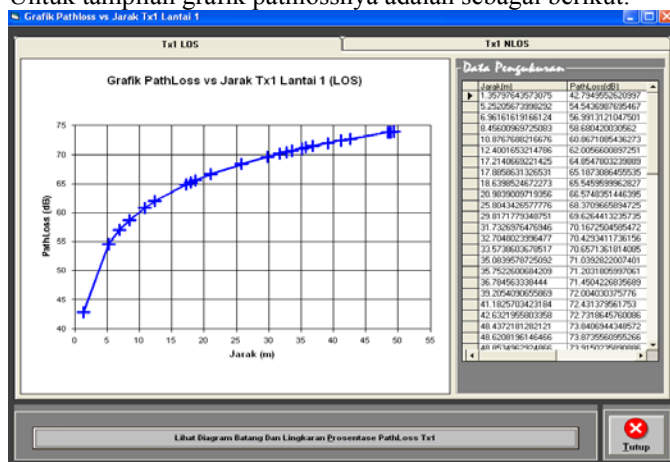
Gambar 8. Tampilan coverage area dan jarak di Tx1 di lantai 1

Untuk melihat tampilan sebaran data level daya pada Tx1 lantai 1 dapat dilakukan dengan cara meng-klik *button* *Lihat Grafik* sehingga akan muncul tampilan seperti pada Gambar 9.



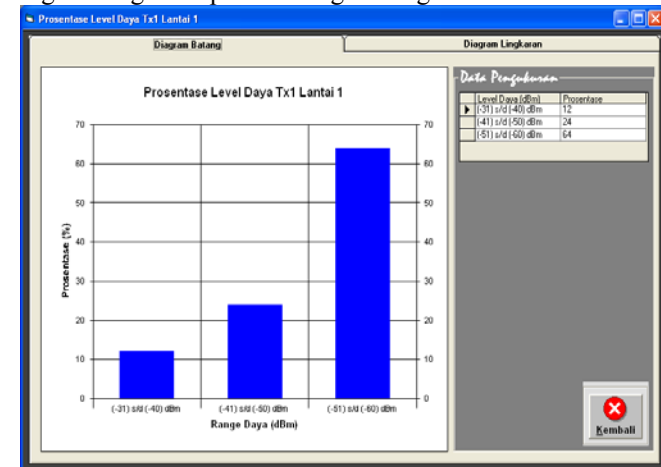
Gambar 9. Tampilan simulasi sebaran data level daya pada Tx1

Untuk tampilan grafik pathlossnya adalah sebagai berikut.



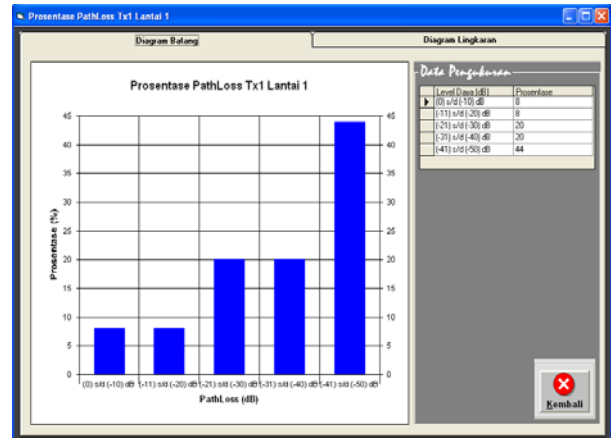
Gambar 10. Tampilan simulasi pathloss pada Tx1

Di samping itu juga dapat ditampilkan diagram batang dan diagram lingkaran pada masing-masing Tx.



Gambar 11. Diagram batang dan lingkaran pada Tx1 lantai 1

Apabila *user* ingin melihat tampilan grafik batang pathloss maka *user* dapat menekan *button* "lihat diagram batang pathloss"



Gambar 12. Tampilan diagram batang pathloss Tx1 port 1 LOS

4.2 Analisa Hasil Simulasi

Analisa di Hall Gedung Baru Lantai 1

Pada proyek Akhir ini terdapat 11 kemungkinan konfigurasi D-MIMO yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal *wi-fi* antara lain 6 kemungkinan dengan konfigurasi 2x2x2, 4 kemungkinan dengan konfigurasi 2x2x3, dan 1 kemungkinan dengan konfigurasi 2x2x4. Kemudian dari masing-masing kemungkinan tersebut dicari posisi mana yang paling ideal yang mampu memberikan akses *wi-fi* yang paling optimal.

Dari hasil penelitian dapat dianalisa bahwa posisi antenna *wi-fi* yang optimal dengan konfigurasi DMIMO 2x2x2 di Hall Gedung Baru lantai 1 adalah pada posisi Tx2 (di R. Proyek Akhir Jurusan Elektro Industri) dan Tx3 (di Ruang Praktikum Pemrograman I). Pada posisi ini didapatkan level daya sebesar -49,50 dBm dan nilai *pathloss* sebesar 68,81 dB terhadap Tx2 dan 67,83 dB terhadap Tx4 (secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.11, 4.12 dan 4.13). Pada kondisi ini diperoleh sebaran data yang paling bagus dibandingkan dengan posisi yang lain sehingga dapat diasumsikan pada posisi Tx2 dan Tx3 adalah posisi antenna *wi-fi* yang paling optimal untuk konfigurasi DMIMO 2x2x2.

Untuk posisi antenna *wi-fi* yang optimal dengan konfigurasi DMIMO 2x2x3 di Hall Gedung Baru lantai 1 adalah pada posisi Tx2 (di R. Proyek Akhir Jurusan Elektro Industri), Tx3 terletak di R. Praktikum Pemrograman I dan Tx4 (di Ruang Kepala Perpustakaan D4). Pada posisi ini didapatkan level daya sebesar -50,57 dBm dan nilai *pathloss* sebesar 68,81 dB terhadap Tx2, 67,83 dB terhadap Tx3, serta 65,89 dB terhadap Tx4 (secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.29, 4.30 dan 4.31). Pada kondisi ini diperoleh sebaran data yang paling bagus dibandingkan dengan posisi yang lain sehingga dapat diasumsikan pada posisi Tx2, Tx3 dan Tx4 adalah posisi antenna *wi-fi* yang paling optimal untuk konfigurasi DMIMO 2x2x3.

Untuk konfigurasi DMIMO 2x2x4 (Tx1-Tx2-Tx3-Tx4) pada saat kondisi LOS didapatkan nilai *pathloss* terkecil

terhadap Tx1 adalah 42,80 dB berada pada titik Rx1. Nilai pathloss terkecil terhadap Tx2 adalah 48,04 dB berada pada titik Rx22. Nilai pathloss terkecil terhadap Tx3 adalah 45,53 dB berada pada titik Rx4. Sedangkan nilai pathloss terkecil terhadap Tx4 adalah 54,13 dB berada pada titik Rx25. Jadi untuk lokasi di Hall Gedung Baru lantai 1 dalam kondisi LOS (*Line of Sight*) cukup menggunakan konfigurasi DMIMO 2x2x2 untuk memberikan akses *wi-fi* yang optimal.

Analisa di Hall Gedung Baru Lantai 2

Pada lantai 2 diketahui bahwa posisi antenna *wi-fi* yang optimal dengan konfigurasi DMIMO 2x2x3 di Hall Gedung Baru lantai 2 adalah pada posisi Tx2 (di R. Proyek Akhir Jurusan Elektro Industri), Tx3 (di R. Praktikum Pemrograman II) dan Tx4 di Ruang Kalab Rangk. Listrik. Pada posisi ini didapatkan level daya yang diasumsikan paling bagus yaitu sebesar -44,76 dBm dengan pathloss yang disumsikan terkecil sebesar 68,13 dB terhadap Tx1, 67,19 dB terhadap Tx3 dan 68,83dB terhadap Tx4.

Dari hasil pengamatan level daya yang paling besar yaitu -44,76 dBm nilai pathloss sebesar 69,47 dB terhadap Tx2, 68,81 dB terhadap Tx2, 67,83 dB terhadap Tx3, serta 65,89 dB terhadap Tx4. Secara keseluruhan dapat diketahui bahwa posisi antenna *wi-fi* yang optimal dalam kondisi LOS adalah dengan menggunakan konfigurasi DMIMO 2x2x3 yaitu pada posisi Tx2-Tx3-Tx4 (Tx2 terletak di R. Proyek Akhir Jurusan Elektro Industri, Tx3 terletak di Ruang Praktikum Pemrograman II dan Tx4 terletak di R. Kalab Rangk. Listrik). Jadi untuk lokasi yang memiliki spesifikasi ruang seperti Hall Gedung Baru lantai 2 dalam kondisi LOS (*Line of Sight*) digunakan konfigurasi DMIMO 2x2x3 untuk memberikan akses *wi-fi* yang optimal. Selanjutnya apabila dibandingkan secara keseluruhan dapat diketahui bahwa cukup menggunakan konfigurasi DMIMO 2x2x2 untuk memberikan akses *wi-fi* yang optimal secara NLOS.

Analisa di Hall Gedung Baru Lantai 3

Pada lantai 3 diketahui bahwa posisi antenna *wi-fi* yang optimal dengan konfigurasi DMIMO 2x2x2 di Hall Gedung Baru lantai 3 pada posisi Tx3 (di R. Lab Pemrograman III) dan Tx4 (di Ruang Kalab Otomasi Pabrik). Pada posisi ini didapatkan level daya yang diasumsikan paling bagus yaitu sebesar -47,53 dBm dengan pathloss yang disumsikan terkecil yaitu sebesar 67,52 dB terhadap Tx3 dan 67,97 dB terhadap Tx4.

Untuk posisi antenna *wi-fi* yang optimal dengan konfigurasi DMIMO 2x2x3 di Hall Gedung Baru lantai 3 adalah pada posisi Tx2 (di R. Proyek Akhir Jurusan Elektro Industri), Tx3 terletak di R. Praktikum Pemrograman III dan Tx4 (di Ruang Kalab Otomasi Pabrik). Pada posisi ini didapatkan level daya yang diasumsikan paling bagus yaitu sebesar -48,32 dBm dengan pathloss yang disumsikan terkecil sebesar 68,99 dB terhadap Tx2, 67,52 dB terhadap Tx3 dan 67,97 dB terhadap Tx4.

Untuk konfigurasi DMIMO 2x2x3 di Hall Gedung Baru lantai 3 adalah pada posisi Tx2 (di R. Proyek Akhir Jurusan Elektro Industri), Tx3 terletak di R. Praktikum Pemrograman III dan Tx4 (di Ruang Kalab Otomasi Pabrik). Pada posisi ini

didapatkan level daya yang diasumsikan paling bagus yaitu sebesar -48,32 dBm dengan pathloss yang disumsikan terkecil sebesar 68,99 dB terhadap Tx2, 67,52 dB terhadap Tx3 dan 67,97 dB terhadap Tx4.

Pada kondisi NLOS posisi Tx1 dan Tx3 adalah posisi antenna *wi-fi* yang paling optimal untuk konfigurasi DMIMO 2x2x2. Posisi Tx1, Tx2 dan Tx3 adalah posisi antenna *wi-fi* yang paling optimal untuk konfigurasi DMIMO 2x2x3 secara NLOS.

Secara keseluruhan dapat diketahui bahwa posisi antenna *wi-fi* yang optimal adalah dengan menggunakan konfigurasi DMIMO 2x2x2 yaitu pada posisi Tx3-Tx4 (Tx3 terletak di Ruang Praktikum Pemrograman III dan Tx4 terletak di R. Kalab Otomasi Pabrik).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran, pengolahan data, dan analisa data pada proyek akhir ini maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Kinerja antenna *wi-fi* yang terbaik di Hall Gedung Baru lantai 1 adalah dengan konfigurasi D-MIMO 2x2x2 pada posisi Tx2 (di R. Proyek Akhir Jurusan Elektro Industri) dan Tx3 (di Ruang Praktikum Pemrograman I) dengan nilai pathloss 48,04 dB terhadap Tx2 dan 45,53 dB terhadap Tx3 yang dapat mengcover 100% dari seluruh Hall Gedung Baru lantai 1.
2. Kinerja antenna *wi-fi* yang terbaik di Hall Gedung Baru lantai 2 adalah dengan konfigurasi D-MIMO 2x2x3 pada posisi Tx2-Tx3-Tx4 (Tx2 terletak di R. Proyek Akhir Jurusan Elektro Industri, Tx3 terletak di Ruang Praktikum Pemrograman II dan Tx4 terletak di R. Kalab Rangk. Listrik) dengan nilai pathloss 45,30 dB terhadap Tx2, 42,80 dB terhadap Tx3 dan 54,66 dB terhadap Tx3 yang dapat mengcover 88% dari seluruh Hall Gedung Baru lantai 2.
3. Kinerja antenna *wi-fi* yang terbaik di Hall Gedung Baru lantai 3 adalah dengan konfigurasi DMIMO 2x2x2 yaitu pada posisi Tx3-Tx4 (Tx3 terletak di Ruang Praktikum Pemrograman III dan Tx4 terletak di R. Kalab Otomasi Pabrik) dengan nilai pathloss 47,35 dB terhadap Tx3 dan 46,71 dB terhadap Tx4 yang dapat mengcover 88% dari seluruh Hall Gedung Baru lantai 3.

B. Saran

Ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan proyek akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Mengambil data pada tempat pengukuran yang berbeda di luar ruangan (*outdoor*).
2. Pengukuran menggunakan konfigurasi antenna array, frekuensi kerja, serta channel yang berbeda.

3. Melakukan pengamatan dengan tinggi Tx dan Rx yang berbeda
4. Pengukuran dilakukan dengan posisi penempatan antena pemancar dan penerima antar lantai.

REFERENSI

- [1] H. Zhang, H. Dai, "On the Capacity of Distributed MIMO Systems", Princeton University, Princeton, NJ, March 2004.
- [2] Michael A. Jensen, John Wallace, "A Review of Antennas and Propagation for MIMO Wireless Communication", IEEE, 2004.
- [3] Okkie Puspitorini, Nur Adi S, Haniah M, Ari W, "Experimental Investigation of Path Amplitudes Distribution of D-MIMO Radio Channel for Indoor Picocells Scenarios", PENS-ITS.
- [4] David Parsons, "The Mobile Radio Propagation Channel".
- [5] Arif Rahmad Hidayat, "pengukuran dan Pengolahan Tanggapan Impuls Kanal Radio LOS dalam Ruang (Ruang Lorong Dosen Lt.3) menggunakan sistem D-MIMO", PENS-ITS,,2006.
- [6] C.Chuah, J.M Kahn,"Capacity of Multi-antenna Array systems in Indoor Wireless Environment", Sydney,1998.
- [7] Nursantuso, "Pengukuran dan Pengolahan Excess Delay Kanal Radio Propagasi Indoor (NLOS) menggunakan sistem D-MIMO ", PENS-ITS,2006.
- [8] A.M.Saleh, A Rustako,"Distributed Antenna for Indoor Radio Communication ",1987.