

## OPTIMASI JARINGAN *WIRELESS* LAN DENGAN *ONE SLOPE MODEL* (STUDI KASUS: PT ADOVELIN RAHARJA SHIPPING)

Suparji<sup>1</sup>, Fatoni<sup>2</sup>, Ria Andryani<sup>3</sup>

Fakultas Teknik Ilmu Komputer, Universitas Bina Darma

Email: suparji499@gmail.com<sup>1</sup>, fatoni@binadarma.ac.id<sup>2</sup>, ria.andryani@binadarma.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*Technology in the field of transmission that is currently developing, one of which is wireless LAN. Wireless LAN devices make it easy for users to carry out their activities. The quality of performance of the Wi-Fi network can be known by receiving signals received by the user. If the placement of an Access Point (AP) is done correctly, the network will be more optimal. There are several indoor propagation models that can be used as guidelines in determining AP placement, namely One Slope Model is a way to measure the average signal level in a building and only depends on the distance of the transmitter and receiver. This research is intended to overcome the problem of Wi-Fi network coverage in PT Adovelin Raharja Shipping. This study conducted an experiment to change the layout of AP placement, measure and calculate signal data theoretically with one slope model. The results of measurements and calculations are analyzed and compared in order to find out the results of the experiments conducted. The results of the study prove that experiments with changing the layout of ap with a slope model can overcome existing problems and get better financial performance in the wi-fi area.*

**Keywords:** *Optimization, Wireless LAN, Indoor Propagation Models*

### ABSTRAK

Teknologi informasi dibidang transmisi yang berkembang saat ini salah satunya ialah *wireless* LAN. Perangkat *wireless* LAN memberikan kemudahan pengguna dalam melakukan aktifitasnya. Kualitas kinerja jaringan *wi-fi* dapat diketahui dengan penerimaan sinyal yang diterima oleh pengguna. Jika penempatan *access point* (AP) dilakukan secara tepat maka jaringan akan lebih optimal. Terdapat beberapa model propagasi dalam ruangan yang dapat dijadikan pedoman dalam menentukan penempatan AP yaitu *One Slope Model*. *One Slope Model* adalah cara untuk mengukur level sinyal rata-rata pada suatu bangunan dan hanya bergantung pada jarak pemancar dan penerima. Penelitian dilakukan guna untuk mengatasi permasalahan cakupan area jaringan *wi-fi* pada PT Adovelin Raharja Shipping. Penelitian ini melakukan percobaan merubah tata letak penempatan AP, mengukur dan menghitung data sinyal secara teoritis dengan *one slope model*. Hasil pengukuran dan perhitungan dilakukan analisa dan perbandingan guna untuk mengetahui hasil percobaan yang dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa percobaan mengubah tata letak AP dengan *One Slope Model* dapat mengatasi permasalahan yang ada dan mendapat kinerja cakupan area *wi-fi* yang lebih baik.

**Kata Kunci:** *Optimasi, Wireless LAN, Model Propagasi dalam Ruangan.*

## 1. PENDAHULUAN

Kualitas suatu jaringan *wireless* dapat diketahui dari penerimaan sinyal yang diterima oleh pengguna [1]. Apabila penempatan *Access Point* dalam suatu gedung dilakukan secara tepat maka kinerja jaringan *wireless* akan lebih optimal [2]. Terdapat beberapa model propagasi dalam ruangan yang dapat dijadikan pedoman dalam penempatan AP (*Access Point*), diantaranya yaitu *One slope model*. *One Slope Model* adalah cara paling mudah untuk mengukur level sinyal rata-rata pada suatu bangunan tanpa harus

mengetahui layout suatu bangunan secara detail karena hanya bergantung pada jarak antara pemancar dan penerima [3].

PT Adovelin Raharja didirikan pada tahun 1990, Kantor pertamanya dibuka di Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia. Perusahaan ini memulai bisnisnya sebagai pengirim barang muatan (*freight forwarder*). PT Adovelin Raharja telah berkembang secara terorganisir dan mengembangkan bisnisnya untuk berbagai macam layanan pengiriman barang. PT Adovelin Raharja Shipping memiliki fasilitas komputer yang dilengkapi jaringan internet yang memiliki peran dan fungsi yaitu sebagai tempat pengolahan data, transaksi, komunikasi, informasi dan lain sebagainya. PT Adovelin Raharja Shipping menyediakan koneksi internet yaitu jaringan LAN dan *Wireless LAN* [4].

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu pegawai bahwa semua karyawan membutuhkan *wireless* dan pemakaian jaringan *wireless* di PT Adovelin kinerjanya tidak maksimal, di sebagian ruangan gedung atau meja kerja karyawan sebagian mendapatkan sinyal yang kecil, disaat download, upload aksesnya lambat. Berdasarkan hasil wawancara selanjutnya peneliti melakukan pengumpulan data awal dengan melakukan pengukuran kekuatan sinyal *wireless* dalam dBm (*decibel miliWatt*) menggunakan *tools inSSIDer v4.0*. Pengukuran dilakukan pada titik meja kerja karyawan dan ruangan yang memungkinkan karyawan mengakses *wi-fi*, pengukuran dilakukan dengan model regresi yaitu persamaan *one slope model*. Berdasarkan nilai rata-rata kekuatan sinyal yang didapatkan, jika dibandingkan dengan kekuatan sinyal menurut [www.metageek.com](http://www.metageek.com) dan <https://eyesaa.com> [5], hasil pengukuran dapat dikategorikan tidak baik karena terdapat titik akses dimana mendapat kekuatan sinyal dibawah -80 dBm.

Dari uraian diatas tentunya kinerja jaringan *wireless LAN* PT Adovelin raharja tidak efektif karena *wi-fi* tidak mengcover seluruh gedung dengan baik. Dalam hal ini perlu melakukan pengoptimalan terhadap infrastruktur jaringan *Wireless LAN* pada PT Adovelin Raharja yaitu dengan cara merubah penempatan AP (*access point*) dengan model propagasi dalam ruangan (*One Slope Model*) agar dapat memfasilitasi dan memaksimalkan jaringan *wireless LAN* yang ada. Dari permasalahan tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Optimasi Jaringan *Wireless LAN* dengan *One Slope Model* Studi kasus: PT Adovelin Raharja Shipping”.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Metode Experimen

Menurut [6] metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variable independen (treatment/perlakuan/tindakan) terhadap variable dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan. Kondisi dikendalikan agar tidak ada variabel lain (selain variabel tindakan) yang dapat mempengaruhi variabel dependen. Agar kondisi dapat dikendalikan, maka dalam penelitian eksperimen menggunakan kelompok kontrol.

Terdapat beberapa bentuk desain eksperimen yang dapat digunakan dalam penelitian untuk penelitian kebijakan, yaitu: *Pre-Experimental Design*, *True-Experimental Design*, *Factorial Design*, dan *Quasi Experimental Design*. Dalam penelitian ini penulis menggunakan *Pre-Experimental Design*. *Pre-Experimental Design* mempunyai tiga bentuk desain yaitu: *One Shot Case Study*, *One Groub Pretest-Postest*, dan *Intac Groub Comparison*. Dari ketiga bentuk tersebut peneliti menggunakan *One Groub Pretest-Postest*. Dimana pada desain ini terdapat *pretest* (data pengukuran sebelum diberi perlakuan). Dengan demikian hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan variabel sebelum diberi perlakuan dan sesudah diberi perlakuan [6].

Adapun langkah-langkah pengujian tindakan untuk perbaikan kinerja yaitu:

- Perencanaan (*Plan*)
- Pelaksanaan Tindakan (*Act*)
- Pengamatan (*Observe*)
- Refleksi (*reflektion*)

Berdasarkan desain penelitian yang dipakai yaitu *one group pretest posttest*, dimana unit percobaan dikenakan perlakuan dengan dua kali pengukuran. Pengukuran pertama dilakukan sebelum diberi perlakuan atau percobaan, dan pengukuran kedua dilakukan sesudah perlakuan

dilaksanakan. Karena adanya *pretest* sebelum diberi perlakuan dan *posttest* sesudah perlakuan dilakukan maka dapat dibuat perbandingan. Dalam penelitian ini dilakukan tiga percobaan yaitu memindahkan *access point* dilantai 1 / desain 1, dilantai 2 / desain 2 dan pada lantai 3 / desain 3.

## 2.2. Metode Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Metode Wawancara  
Wawancara/interview digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, dan juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam dan jumlah respondennya sedikit atau kecil
- b. Observasi  
Observasi sebagai teknik pengumpulan data mempunyai ciri yang spesifik, bila dibandingkan dengan teknik yang lain, yaitu wawancara dan kuisioner. observasi tidak terbatas pada orang, tetapi juga obyek-obyek alam yang lain
- c. Kepustakaan  
Yaitu mengumpulkan data dengan cara mencari dan mempelajari data-data dari buku-buku ataupun dari referensi lain yang berhubungan dengan penulisan laporan penelitian proposal. Buku yang digunakan penulis sebagai referensi, adapun metode yang digunakan penulis dalam merancang dan mengembangkan dapat dilihat pada daftar pustaka [7].

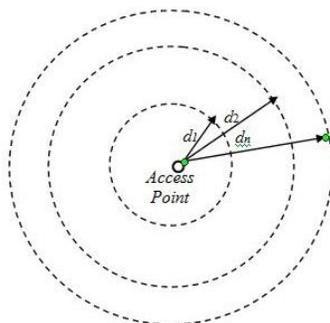
## 2.3. Metode Optimasi Coverage Area

Menurut [3] propagasi dalam ruangan suatu gelombang elektromagnetik merupakan bagian terpenting dari suatu system *wireless LAN*, *cordless phone*, dan sistem *wireless* yang digunakan di dalam suatu gedung. Karakteristik propagasi dalam ruangan akan sering terdapat *multipath* dan kemungkinan terdapatnya *line-of-sing path*, selain itu cakupan daerah kerjanya lebih kecil, yaitu sekitar 100 meter atau bahkan kurang dari 100 meter. Tata ruang suatu bangunan tersebut akan sangat mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima pada sisi *receiver*. Selain itu keadaan suatu gedung dapat berubah secara drastis pada waktu yang singkat karena adanya *multipath*, pergerakan orang-orang yang beraktifitas dalam bangunan tersebut atau adanya suatu dinding pemisah, furniture, dan peralatan-peralatan lain dapat membuat *loss* yang signifikan.

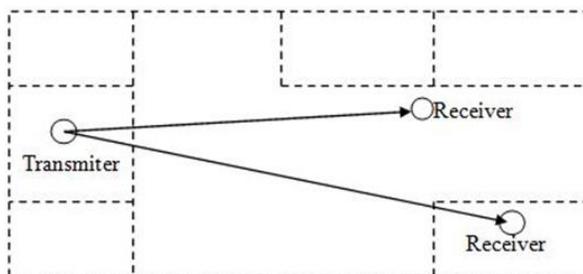
Untuk merancang suatu jaringan *wireless LAN*, karakteristik-karakteristik propagasi *indoor* diatas harus diperhatikan. Pada *indoor wireless communication* (IWC) seperti jaringan WLAN, dapat saja Athena penerima dan pemancar berada dalam suatu ruangan yang saling membayangi (*shadowed*) ruangan akan memiliki efek yang nyata pada pada statistik sinyal yang diterima pada penerima. Untuk mempermudah tentang propagasi radio dalam suatu ruangan, maka ada beberapa metode untuk mendekatinya seperti beberapa pemodelan secara empiris. Pemodelan secara empiris merupakan pemodelan yang sangat sederhana terutama berdasarkan pada data experimental [1].

### a. Pengukuran dengan *One Slope Model*

Dalam melakukan percobaan, pengukuran sinyal dalam metode optimasi ini yaitu dilakukan berdasarkan model propagasi dalam ruangan (*one slope model*) *Access Point* diukur menggunakan model regresi (gambar 1), yaitu memilih lokasi disekitar *access point* yang berjarak  $d$ . Pengukuran akan dilakukan disetiap lantai gedung dan pada titik meja kerja karyawan dan titik gedung (ruangan-ruangan) yang memungkinkan pengaksesan *wi-fi* dilakukan. Adapun bentuk penerapan *one slope model* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Model Regresi



Gambar 2. Bentuk Penerapan One Slope Model

b. Perhitungan dengan *One Slope Model*

Titik perhitungan akan dilakukan berdasarkan jarak titik pengukuran. Jarak (m) akan dimasukkan kedalam parameter *one slope model* dan mencari nilai  $L_0$ ,  $n$ , *environment* sesuai dengan *Frequency* yang digunakan. Untuk parameter pengukuran dapat dilihat pada tabel 1. Model ini memiliki persamaan sebagai berikut.

$$L(d) = L_0 + 10n \log(d) \quad (1)$$

Keterangan:

$L_0$  = Rugi-rugi jalur dari TX ke RX terhadap referensi jarak  $R_0$  pada propagasi *free space* (dalam dB),  $R_0$  adalah referensi jarak Tx ke Rx yaitu 1 (satu) meter

$n$  = power decay factor (exponen rugi-rugi jalur)

$d$  = jarak dari pemancar ke penerima.

Tabel 1. Parameter *One Slope Model*

$F$ (GHz)	$L_0$ (dB)	$n$	Keterangan
1.8	33.3	4.0	Kantor
1.8	37.5	2.0	Ruang terbuka
1.8	39.2	1.4	Koridor
1.9	38.0	3.5	Bangunan kantor
1.9	38.0	2.0	Lorong
1.9	38.0	1.3	Koridor
2.45	40.2	4.2	Bangunan kantor
2.45	40.2	1.2	Koridor
2.45	40.0	3.5	Bangunan kantor
2.5	40.0	3.7	Bangunan kantor
5.0	46.4	3.5	Bangunan kantor
5.25	46.8	4.6	Bangunan kantor

Untuk mengetahui seberapa besar daya yang diterima di sisi penerima, cara yang paling baik adalah membuat *link budget*. persamaan *link budget* sebagai berikut.

$$P_R(dBm) = P_T(dBm) + G_T(dBm) + G_R(dBm) - LLP(dBm) \quad (2)$$

Keterangan:

$P_R$  = Daya diterima (dBm)

$P_T$  = Daya pancar (dBm)

$G_T$  = Gain antenna pemancar (dBm).

$G_R$  = Gain antenna penerima (dBm).

$LLP$  = Hasil *pathloss* dari perhitungan dengan *One Slope Model*

Contoh perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

Perhitungan *pathloss* menggunakan persamaan (1) yaitu dengan parameter  $F$  = frekuensi AP yang digunakan adalah 2.4 GHz,  $n$  = power decay factor (3.5),  $d$  = jarak antara pemancar dan penerima (2 m). dicontohkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L(d) &= L_0 + 10 n \log(d) \\ &= 40 + 10 \cdot 3,5 \log(2) \\ &= 40 + 10 \cdot 3,5 \cdot 0.3010299957 \\ &= 40 + 10,53604985 \\ &= 50,53 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai *pathloss*, maka selanjutnya melakukan pengukuran *link budget* (yaitu untuk mengetahui seberapa besar daya yang diterima di sisi penerima) dengan perolehan parameter  $P_T$  = Daya pancar perangkat yang nilainya diperoleh dari spesifikasi perangkat yang diukur (15 dBm),  $G_T$  = Gain antenna pemancar yang nilainya diperoleh dari spesifikasi perangkat yang diukur (2 dBm).  $G_R$  = Gain antenna penerima yang nilainya diperoleh dari spesifikasi perangkat yang digunakan untuk mengukur (15 dBm), dan  $LLP$  = Hasil perhitungan *pathloss* persamaan (1) sehingga didapatkan hasil daya yang diterima di sisi penerima sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_R(dBm) &= P_T(dBm) + G_T(dBm) + G_R(dBm) - LLP(dBm) \\ &= 15 \text{ dBm} + 2 \text{ dB} + 15 \text{ dB} - 50,53 \\ &= -18 \text{ dBm}. \end{aligned}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil yaitu hanya rata-rata sinyal per lantai dari hasil pengukuran dan perhitungan. Untuk mengetahui hasil percobaan yang dilakukan maka akan dilakukan perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan. Fungsi perbandingan adalah untuk menentukan dimana penempatan *access point* paling ideal. Data yang akan dilakukan perbandingan yaitu rata-rata kekuatan sinyal yang didapat.

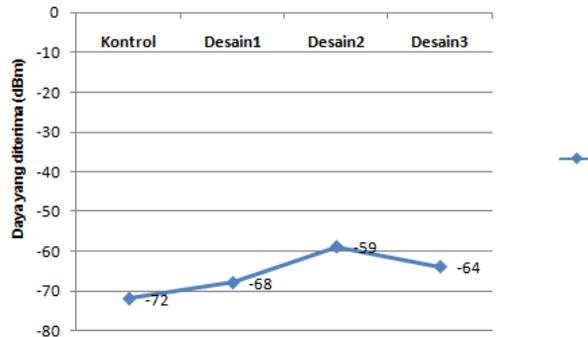
#### 3.1. Hasil Pengukuran dan Perbandingan

Hasil pengukuran menunjukkan pemindahan penempatan AP mempengaruhi kekuatan sinyal yang didapatkan di sisi penerima (*receiver*). Rata-rata sinyal yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 2. Hasil Rata-rata Pengukuran Sinyal**

Lantai	Data Awal	Desain 1	Desain 2	Desain 3
1	-77 dBm	-46 dBm	-69 dBm	-85 dBm
2	-63 dBm	-72 dBm	-48 dBm	-62 dBm
3	-78 dBm	-88 dBm	-62 dBm	-46 dBm
Rata-rata	-72 dBm	-68 dBm	-59 dBm	-64 dBm

Rata-rata sinyal terbesar yang didapat dari hasil pengukuran yaitu pada desain 2 sebesar -59 dBm. Selisih penerimaan sinyal data awal dengan desain 1 yaitu -4 dBm. dengan desain 2 selisih -13 dBm dan dengan lantai 3 selisih -8 dBm. untuk melihat peningkatan sinyal secara detail dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Rata-rata Sinyal dari Hasil Pengukuran

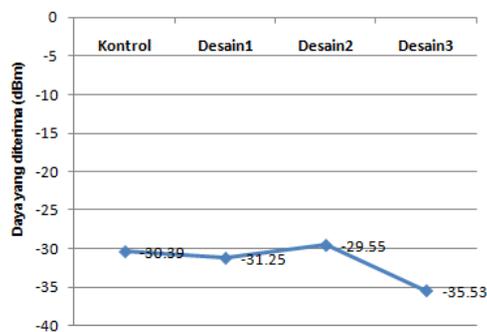
### 3.2. Hasil Perhitungan Dengan *One Slope Model* dan Perbandingan

Pada perhitungan *one slope model* yang hanya menghitung kekuatan sinyal berdasarkan jarak maka hasil yang didapatkan dari percobaan pemindahan AP sinyal mengalami peningkatan dan juga penurunan. Data rata-rata perhitungan sinyal dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Rata-rata Perhitungan Sinyal dengan *One Slope Model*

Lantai	Data awal	Desain 1	Desain 2	Desain 3
1	-32.99 dBm	-27.26 dBm	-30.54 dBm	-35.18 dBm
2	-25.47 dBm	-26.74 dBm	-23.98 dBm	-27.13 dBm
3	-34.34 dBm	-39.76 dBm	-34.14 dBm	-44.78 dBm
Rata-rata	-30.39 dBm	-31.25 dBm	-29.55 dBm	-35.53 dBm

Perhitungan *one slope model* menunjukkan hasil bahwa data rata-rata sinyal terbesar yaitu pada desain 2. Dari perhitungan *one slope model* sinyal yang mengalami peningkatan yaitu di desain 2 (Selisih penerimaan sinyal data awal atau data kontrol dengan data desain 2 (sebesar -0.84 dBm), dan untuk desain yang mengalami penurunan sinyal yaitu pada desain 1 (sebesar -0.86 dBm) dan desain 3 (sebesar -5.14 dBm). Grafik rata-rata perhitungan dengan *one slope model* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Rata-rata Sinyal dari Hasil Perhitungan

### 3.3. Hasil Refleksi (*Reflection*)

Berdasarkan hasil pengukuran sinyal yang telah dibahas, bahwa percobaan penempatan *access point* pada desain 1, 2, dan 3 menunjukkan rata-rata sinyal yang didapat mengalami peningkatan. Namun terdapat beberapa desain yang dimana rata-rata sinyal pada lantai mengalami penurunan. Dari hasil rata-rata pengukuran telah dijabarkan, penurunan sinyal yang terjadi yaitu pada desain 1 dan desain 3 (yaitu sinyal tidak terbagi dengan rata). Dan pada desain 2 semua lantai mengalami rata-rata sinyal yang baik.

Hasil perhitungan dengan *one slope model* menunjukkan nilai rata-rata sinyal yang didapat mengalami penurunan dan juga peningkatan [8]. Peningkatan nilai sinyal yaitu berada pada desain 2. Karena perhitungan *one slope model* hanya menghitung berdasarkan jarak (antara pemancar dan penerima) dan nilai dipengaruhi oleh *environment* (lingkungan yang ada pada gedung) pada desain 1 lantai 3 nilai rata-rata sinyal mengalami penurunan.

Agar jaringan *wireless LAN* PT Adovelin Raharja dapat bekerja secara optimal maka pemilihan desain yang digunakan yaitu desain 2. Dengan peningkatan sinyal selisih -13 dBm (rata-rata sinyal data desain 2 lebih besar dari data awal atau data kontrol) dari pengukuran dan untuk setiap titik pengukuran diatas -70 dBm, jika dibandingkan dengan angka-angka kekuatan sinyal menurut *metageek.com* maka kinerja jaringan dapat digunakan dengan baik untuk melakukan *email* dan *web* dan sebagainya. Begitupun hasil nilai sinyal dari perhitungan dengan *one slope model* peningkatan sinyal yang hanya terjadi pada desain 2 (peningkatan sebesar -0.84 dBm). Angka-angka kekuatan sinyal dapat pada tabel 4 dibawah ini.

**Tabel 4. Angka Kekuatan Sinyal**

No	Kekuatan sinyal	Keterangan	Kualitas yang Diharapkan	Dibutuhkan untuk
1	-30 dBm	Luar Biasa	Kekuatan sinyal maksimum dicapai. Klien hanya bisa beberapa meter dari AP untuk mencapai ini. Tidak khas atau diinginkan di dunia nyata	T/A
2	-67 dBm	Sangat bagus	Kekuatan sinyal minimum untuk aplikasi yang membutuhkan pengiriman paket data yang sangat handal dan tepat waktu	VoIP / VoWi-Fi, Streaming video
3	-70 dBm	Baik	Kekuatan sinyal minimum untuk pengiriman paket yang dapat diandalkan.	Email, Web
4	-80 dBm	Tidak baik	Kekuatan sinyal minimum untuk konektivitas dasar. Pengiriman paket mungkin tidak dapat diandalkan	T / A
5	-90 dBm	Tidak bisa dipakai	Mendekati atau tenggelam di lantai kebisingan. Fungsi apa pun sangat tidak mungkin	T / A

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan dan diuraikan pada bab sebelumnya, dalam penelitian yang berjudul “Optimasi Jaringan *Wireless LAN* pada PT. Adovelin Raharja Shipping”, maka peneliti menyimpulkan bahwa,:

- Dengan dilakukannya percobaan penempatan *access point*, maka dapat mengetahui dimana penempatan *access point* yang ideal.
- Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penempatan *access point* pada lantai 2 (desain 2) sinyal mengalami peningkatan terbesar, yaitu -13 dBm.

- c. Pada perhitungan dengan *one slope model* dari 3 percobaan penempatan *access point* didapatkan hasil penurunan dan peningkatan sinyal. Penurunan sinyal terjadi pada percobaan 1 dan 3, sedangkan pada percobaan ke 2 (desain 2) sinyal meningkat sebesar -0.84 dBm.
- d. Perbedaan hasil pengukuran dan perhitungan disebabkan karena perhitungan dengan *one slope model* hanya menghitung berdasarkan jarak. Perhitungan dengan *one slope model* cukup berpengaruh karena jarak dapat mempengaruhi kinerja sinyal.
- e. Dengan menempatkan *access point* pada lantai 2 (sesuai dengan desain 2), maka kinerja *coverge area wi-fi* lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Cahyaningtyas and W. Sulisty, "Analisis Radio Frequency Channel Wireless Fidelity (WiFi) pada Performa Jaringan WiFi FTI UKSW (Studi Kasus Wifi FTI UKSW)," pp. 2–18, 2017.
- [2] H. N. dan K. A. Bakti Widyaningsih, "Optimasi Area Cakupan Jaringan Nirkabel dalam ruangan (Studi Kasus: PTIIK Universitas Brawijaya)," pp. 20–25, 2013.
- [3] Dina Angela, "Optimasi Jaringan Wireless LAN (Studi Kasus Di Kampus ITHB Bandung)," *J. ITHB*, vol. 6, no. 80, p. 8, 2010.
- [4] Adovelinraharja.com, "Sekilas tentang PT Adovelin Raharja," 2018. .
- [5] E. co. Metageek.com, "Kekuatan Sinyal WI-FI," 2018. .
- [6] Sugiyono, *Metode Penelitian Tindakan Komprehensif (Untuk perbaikan kinerja dan pengembangan ilmu tindakan)*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- [7] Sugiyono, *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2016.
- [8] A. Muzakir and M. Ulfa, "ANALISIS KINERJA PACKET FILTERING BERBASIS MIKROTIK ROUTERBOARD PADA SISTEM KEAMANAN JARINGAN," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 15–20, 2019.