

RANCANGAN PENEMPATAN ACCESS POINT UNTUK MENDUKUNG LAYANAN E-LEARNING DI AREA KAMPUS TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS UDAYANA

PUTU FEBY PRADIPTA¹, GEDE SUKADARMIKA², I Gst A. KOMANG DIAFARI DJUNI H³
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Email : putufebby0717@gmail.com¹, sukadarmika@unud.ac.id², igakdiafari@unud.ac.id³

ABSTRAK

Pengembangan teknologi informasi di bidang pendidikan sudah berkembang sangat pesat, e-learning merupakan salah satu contoh dari berkembangnya teknologi informasi di bidang pendidikan. Untuk mengoptimalkan sistem e-learning di suatu wilayah, diperlukan infrastruktur jaringan yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan infrastruktur jaringan WLAN (Wireless Local Area Network) di wilayah kampus Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana Bukit Jimbaran. Penelitian ini dilakukan dengan 3 tahapan yaitu pengukuran kapasitas dan jangkauan access point secara langsung, perhitungan level sinyal access point, dan penggunaan simulasi menghitung jumlah dan jangkauan access point menggunakan software Atoll Rf Planning. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang didapatkan, hasil dari 3 tahapan penelitian yang dilakukan didapatkan jangkauan terjauh access point indoor dan outdoor masing-masing 12 meter dan 22,6 meter. Jumlah keseluruhan access point yang dibutuhkan pada posisi indoor dan outdoor secara keseluruhan sesuai dengan hasil simulasi dibutuhkan sebanyak 22 buah access point.

Kata kunci: E-Learning, Access Point, Program Studi Teknik Elektro

ABSTRACT

The development of information technology in the field of education has developed very rapidly, e-learning is one example of the development of information technology of education. To optimize the e-learning system in an area, adequate network infrastructure is needed. This research aims to improve the WLAN (Wireless Local Area Network) network infrastructure in the campus area of the Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Udayana University, Bukit Jimbaran. This research was conducted in 3 stages, namely measuring the capacity and range of access points directly, calculating the access point signal level, and using simulations to calculate the number and range of access points using the Atoll Rf Planning software. Based on the results of measurements and calculations obtained, the results of the 3 stages of the research carried out found the farthest range of indoor and outdoor access points each 12 meters and 22.6 meters. The total number of access points needed for indoor and outdoor positions as a whole in accordance with the simulation results requires as many as 22 access points.

Keyword: E-Learning, Access Point, Electrical Engineering Study Program

1. PENDAHULUAN

E-Learning merupakan salah satu contoh dari berkembangnya teknologi informasi di bidang pendidikan zaman sekarang. Dimana untuk mendukung sistem e-learning yang optimal, sebuah institusi harus memiliki infrastruktur jaringan yang optimal juga. Infrastruktur jaringan optimal yang dimaksud yaitu suatu wilayah sudah tercakup jaringan wifi dan memenuhi kebutuhan

pengguna di wilayah tersebut. WLAN (Wireless Local Area Network) merupakan suatu sistem komunikasi data tanpa kabel dan menggunakan gelombang radio sebagai media komunikasinya [1].

Sistem e-learning yang optimal dapat diimplementasikan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Udayana. Dimana sistem e-learning dapat membantu memaksimalkan

sistem belajar mengajar antara mahasiswa dan dosen dalam proses perkuliahan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Agung Indra Prasetya, dibahas mengenai pengukuran cakupan jaringan WLAN (*Wireless Local Area Network*) pada posisi *indoor* di gedung Dishubkominfo Kabupaten Badung menggunakan *software Ekahau* [1].

Sedangkan dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan untuk membuat perancangan penempatan *access point* yaitu mengukur jangkauan *access point*, mengukur *data rate access point* dengan *software wireshark*, dan menghitung nilai level sinyal *access point*. Pengukuran dan perhitungan akan dilakukan sesuai dengan posisi *access point* yaitu posisi *indoor* dan posisi *outdoor*. Hasil dari pengukuran dan perhitungan akan digunakan sebagai parameter dalam merancang simulasi penempatan *access point* dengan *software Atoll Rf Planning*.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Jenis-Jenis Standarisasi Wireless LAN

Wireless memiliki teknologi standar. Masing-masing standar memiliki karakteristik yang bervariasi, seperti kecepatan dan jangkauan. Standar teknologi ini diatur oleh IEEE, *code name* untuk standar jaringan *wireless* adalah 802.11. Dapat dilihat standar *wireless* yang dibuat oleh IEEE pada Tabel 1 [2].

Tabel 1 Perbandingan Standar *Wireless* [2]

Standar	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Frekuensi	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Speed (Data Rate)	Hingga 54 Mbps	Hingga 11 Mbps	Hingga 54 Mbps	Hingga 600 Mbps (tetapi kebanyakan device dalam range 100 Mbps)
Jangkauan	115 kaki	125 kaki	125 kaki	230 kaki
Harga	Tinggi	Rendah	Menengah	Tinggi

Kompatibel	-	802.11g/n	802.11b/n	802.11b/g
------------	---	-----------	-----------	-----------

2.2 Standar IEEE 802.11g

IEEE 802.11g adalah sebuah standar jaringan nirkabel yang bekerja pada frekuensi 2,45 GHz dan menggunakan metode modulasi OFDM. 802.11g yang dipublikasikan pada bulan Juni 2003 mampu mencapai kecepatan hingga 54 Mb/s pada pita frekuensi 2,45 GHz, sama seperti halnya IEEE 802.11 biasa dan IEEE 802.11b. Standar ini menggunakan modulasi sinyal OFDM, sehingga lebih resistan terhadap interferensi dari gelombang lainnya. Dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu sensitivitas kecepatan standar 802.11g [3].

Tabel 2 Sensitivitas Kecepatan Standar 802.11g [3]

Hipotesis Kecepatan	Jangkauan (Dalam Ruang)	Jangkauan (Luar Ruang)
54 Mbits / s	27 m	75 m
48 Mbits / s	29 m	100 m
36 Mbits / s	30 m	120 m
24 Mbit / s	42 m	140 m
18 Mbit / s	55 m	180 m
12 Mbit / s	64 m	250 m
9 Mbit / s	75 m	350 m
6 Mbit / s	90 m	400 m

2.3 Propagasi WLAN (*Wireless Local Area Network*)

Dalam komunikasi *wireless*, terdapat media transmisi yang disebut gelombang radio. Gelombang radio akan melakukan propagasi untuk mentransmisikan suatu informasi ke penerima atau *receiver*. Propagasi radio dapat dikatakan ideal jika gelombang yang dipancarkan oleh *access point* diterima langsung oleh *client* tanpa melalui suatu hambatan. Pada propagasi *indoor* terdapat 3 jenis pemodelan yaitu pemodelan tanpa penghalang, penghalang dinding dan pemodelan penghalang lantai.

Sedangkan pada propagasi *outdoor* hanya menggunakan pemodelan tanpa penghalang saja. Untuk pemodelan tanpa penghalang menggunakan persamaan *isotropic receive level* seperti persamaan 1 berikut [3]:

$$IRL = EIRP - L \quad (1)$$

Keterangan :

IRL : Level kuat sinyal yang diterima (dBm)

EIRP : Energi yang dikeluarkan oleh sebuah *access point* (dBm)

L : Loss (dB)

Kualitas level kuat sinyal dapat dibedakan pada Tabel 3.

Tabel 3 Skala Tingkat Level Signal [3]

Tingkat Kuat Sinyal	Keterangan	Kuat Sinyal (dBm)
5	Sangat Baik	> -60
4	Baik	-60 s/d -70
3	Cukup	-71 s/d -80
2	Buruk	-81 s/d -90
1	Sangat Buruk	< -90

Untuk menghitung nilai *EIRP* dapat digunakan persamaan 2 sebagai berikut [3]:

$$EIRP = Tx + Gt - Lf \quad (2)$$

Keterangan :

Tx : Transmitter Power (dBm)

Gt : Gain Antenna (dBi)

Lf : Loss (dB)

Sedangkan untuk mencari nilai *Loss* tanpa penghalang menggunakan persamaan 3 sebagai berikut [3]:

$$L_{fs} = 32,45 + 20 \log d + 20 \log f \quad (3)$$

Keterangan :

L_{fs} : Free Space Loss (dB)

f : Frekuensi sinyal (MHz)

d : Jarak yang ditempuh oleh sinyal yang berpropagasi (meter)

Untuk mencari nilai *Loss* dengan pemodelan penghalang dengan propagasi COST-231 Multiwall menggunakan persamaan 4 sebagai berikut [3]:

$$L = L_o + 10\gamma \log d + \sum_{i=1}^M L_i \quad (4)$$

Keterangan :

L_o : Free Space Loss dari transmitter ke receiver

γ : Faktor eksponen *pathloss* (2)

d : Jarak (meter)

L_i : Faktor rugi-rugi yang ditimbulkan oleh dinding ke-*i* (dB)

M : Jumlah dinding antara antenna pemancar dan penerima

Nilai pelemahan atau rugi-rugi yang ditimbulkan oleh dinding ditimbulkan dari beberapa bahan material yang berbeda, nilai pelemahan dapat dilihat pada Tabel 4 [4].

Tabel 4 Spesifikasi Material Nilai Pelemahan Yang Ditimbulkan [4]

Material	Ketebalan (mm)	Nilai Pelemahan (dB)
Acrylic	7,1	-0,356
Bata Merah	102	-4,434
Fiberglass	890	-0,024
Kaca	2,5	-0,499
Particle Board	19	-1,651
Plywood/Triplek	18,45	-1,913
Batako	194	-14,582
Plester	25,75	-6,714
Kayu	37,7	-2,788

Sedangkan untuk menghitung nilai *Loss* dengan pemodelan tanpa penghalang, menggunakan propagasi COST-231 dengan persamaan 5 sebagai berikut [3]:

$$L_u = 46,3 + 33,9 \log f - 13,82 \log h_b + a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d + C_m \quad (5)$$

Keterangan :

L_u : Path loss rata-rata (dB)

f : Frekuensi (MHz)

h_b : Tinggi antena Base Station (m)

h_m : Tinggi antena Mobile Station (m)

d : Jarak antara MS dan BS (km)

C_m : 3 dB (daerah urban)

Pathloss *exponen* merupakan parameter yang sangat berpengaruh dalam menentukan batas kritis dari cakupan wilayah dan kapasitas sistem selular. Secara umum, parameter *pathloss* eksponen dapat dikelompokan sesuai kondisi pada daerahnya, pengelompokan nilai *pathloss* eksponen dapat dilihat pada Tabel 5 [5].

Tabel 5 Nilai *Pathloss* Pada Tipe Daerah dan Lingkungan Yang berbeda [5]

Environment	Path Loss Exponent
Free Space	2
Urban Area Cellular Radio	2,7 to 3,5

Shadowed Urban Cellular Radio	3 to 5
In Building Line-of-sight	1,6 to 1,8
Obstructed in Building	4 to 6
Obstructed in Factories	2 to 3

2.8 Perangkat Access Point Ubiquiti Unifi AP AC

Access point merupakan perangkat yang digunakan untuk mengkonversikan sinyal frekuensi radio (RF) menjadi sinyal digital yang akan disalurkan melalui kabel atau disalurkan ke perangkat WLAN yang lain dengan cara dikonversikan ulang menjadi sinyal frekuensi radio. Spesifikasi dari access point Ubiquiti Unifi AP AC pada Tabel 6 [1].

Tabel 6 Spesifikasi Access Point Ubiquiti Unifi AP AC [1]

Dimension	20x20x3.65 cm
Weight	290g (430 g with mounting kit)
Ports	Ethernet (Auto MDX, autosensing 10/100Mbps)
Range	122m (400ft)
Buttons	Reset
Antennas	3 dBi Omni (supports 2x2MIMO with spatial diversity)
Wi-Fi Standars	802.11 b/g/h
Power Method	Passive Power over Ethernet (12-24V)
Power Supply	24v 0.5A PoE Adapter included
Maximum Power Consumption	4W
Max Tx Power	20 dBm
BSSID	Up to four per radio
Power Save	Supported
Wireless Security	WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i
Certification	CE, FCC, IC
Mounting	Wall/Ceiling (Kits included)
Operating Temperature	-10 to 70°C (14 to 158°F)
Operating Humidity	5-80% Noncondensing

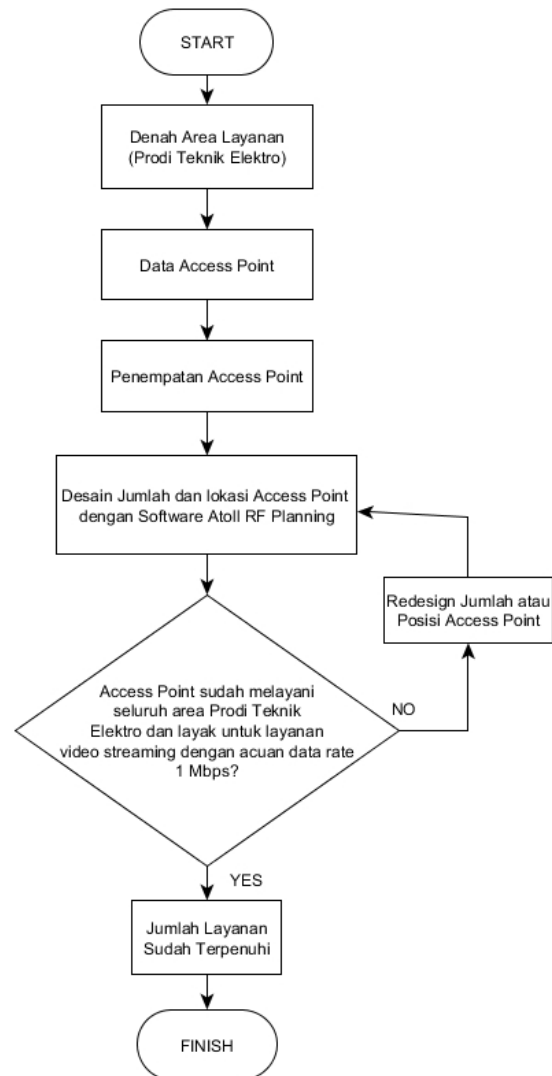
3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan sesuai dengan Gambar 1.

Berdasarkan alur pada Gambar 1, penelitian dimulai dengan mengumpulkan data denah wilayah dan data access point yang akan digunakan dalam perancangan. Pengukuran jangkauan access point akan dilakukan dengan cara mengukur jarak terjauh yang masih dapat mengakses video

streaming berbasis e-learning dengan data rate minimum 1 Mbit/s menggunakan software wireshark. Setelah didapatkan jangkauan maksimum access point, akan dibuatkan simulasi posisi dan jumlah access point yang di butuhkan di Program Studi Teknik Elektro menggunakan software Atoll RF Planning. Jangkauan terjauh access point ditentukan menggunakan hasil dari pengukuran data rate video streaming yang diakses dan masih memiliki nilai data rate minimum 1 Mbps.



Gambar 1 Flowchart Analisis Data Penempatan Posisi dan Jumlah Access Point

4. PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Jangkauan Access Point dan Data Rate

Untuk merancang simulasi penempatan *access point* di Program Studi Teknik Elektro Universitas Udayana, langkah awal dilakukan pengukuran cakupan maksimum *access point* dan *data rate* saat kondisi *user* mengakses *video streaming* menggunakan *software wireshark*. Berikut dapat dilihat hasil dari pengukuran cakupan dan *data rate access point* pada Tabel 7 posisi *indoor* dan Tabel 8 pada posisi *outdoor*.

Tabel 7 Data Pengukuran Jarak Maksimum Access point Indoor

NO	Posisi Mengukur	Jarak (meter)	Level Sinyal (dBm)	Data Rate (Mbit/s)
1	Ruang DH 203	7,3	-40	1,121
2	Teras Atas Gedung DH	5	-48	2.804
3	Depan Ruang DH 205	12	-58	1,076
4	Depan Ruang DH 201	18	-67	0,896
5	Ruang DH 205	11	-52	1,029

Tabel 8 Data Pengukuran Jarak Maksimum Access point Outdoor

NO	Posisi Mengukur	Jarak (meter)	Level Sinyal (dBm)	Data Rate (Mbit/s)
1	Dalam Ruang Jurusan	9,3	-65	1,039
2	Halte Elektro 1	22,6	-58	1,061
3	Taman Internet	25	-76	0,875
4	Depan LAB Elektro	30	-79	0,773
5	Halte Elektro 2	15,5	-62	1,030
6	Pertigaan Elektro & TI	21,5	-67	0,918
7	Depan Padmasana	40,3	-100	0,390
8	Samping Padmasana	32,8	-86	0,465

4.3 Perhitungan Nilai Level Kuat Sinyal (IRL)

4.3.1 Indoor

Dalam perhitungan level sinyal pada posisi *indoor* di Program Studi Teknik Elektro, digunakan 2 pemodelan yaitu pemodelan tanpa penghalang dan pemodelan penghalang dinding dengan model propagasi *Cost-231 Multiwall*. Model Propagasi *Cost-231 Multiwall* menggunakan persamaan (1).

Langkah pertama yaitu menghitung nilai *EIRP* dengan persamaan (2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} EIRP &= T_x + G_t - L_f \\ &= 20 + 3 + 0 \\ &= 23 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Setelah itu mencari nilai *Loss* menggunakan persamaan (3) dengan mencari nilai *Free Space Loss* terlebih dahulu menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L_{fs} &= 32,45 + 20 \log d + 20 \log f \\ &= 32,45 + 20 \log 0,0073 \\ &\quad + 20 \log 2.400 \\ &= 32,45 + (-42,73) + 67,6 \\ &= 57,32 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= L_o + 10\gamma \log d + \sum_{i=1}^M L_i \\ &= 57,32 + 10.2 \log 7,3 + 0 \\ &= 57,32 + 17,26 \\ &= 74,58 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Dilanjutkan mencari nilai level sinyal (IRL) dengan persamaan (1) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} IRL &= EIRP - L \\ &= 23 - 74,58 \\ &= -51,58 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Tahap berikutnya yaitu perhitungan pemodelan penghalang dinding, perhitungan pemodelan penghalang dinding hampir sama dengan perhitungan pemodelan tanpa penghalang, yang berbeda hanya pada perhitungan nilai *Loss* saja, dimana pada nilai *Loss* harus memasukkan nilai faktor rugi-rugi dinding, faktor rugi-rugi dinding yang digunakan yaitu material triplek dengan nilai (-1,913 dB). Berikut adalah contoh perhitungan pemodelan penghalang dinding :

$$\begin{aligned} L &= L_o + 10\gamma \log d + \sum_{i=1}^M L_i \\ &= 57,32 + 10.2 \log 7,3 + (-1,913) \\ &= 57,32 + 17,26 + (-1,913) \\ &= 72,667 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Lalu didapatkan nilai sinyal level (IRL) menggunakan persamaan (1) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} IRL &= EIRP - L \\ &= 23 - 72,667 \\ &= -49,667 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Berikut dapat dilihat hasil perhitungan level sinyal *access point* pada posisi *indoor* pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Nilai Perhitungan Level Kuat Sinyal *Indoor*

NO	Jarak (meter)	Level Kuat Sinyal			
		Hasil Perhitungan		Hasil Pengukuran (dBm)	Hasil Simulasi Atoll (dBm)
		Tanpa Penghalang (dBm)	Penghalang Dinding (dBm)		
1	7,3	- 51,58	- 49,667	-40	-50 s/d - 55
2	5	-45,013	-43,1	-48	-45 s/d - 50
3	12	-60,22	-58,3	-58	-55 s/d - 60
4	18	-67,26	-65,35	-67	-65 s/d - 70
5	11	-58,70	-56,79	-52	-55 s/d - 60

4.3.2 Outdoor

Dalam perhitungan level sinyal pada posisi *outdoor* di Program Studi Teknik Elektro, hanya digunakan 1 pemodelan saja yaitu pemodelan tanpa penghalang dengan model propagasi *Cost-231*. Model Propagasi *Cost-231* menggunakan persamaan (1). Langkah pertama yaitu menghitung nilai *EIRP* dengan persamaan (2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 EIRP &= T_x + G_t - L_f \\
 &= 20 + 3 + 0 \\
 &= 23 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Setelah itu mencari nilai *Loss* menggunakan persamaan (5) dengan mencari nilai $a(h_m)$ terlebih dahulu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 a(h_m) &= 3,2 (\log 11,75 h_m)^2 - 4,97 \\
 &= 3,2 (\log 11,75 \times 1)^2 - 4,97 \\
 &= 3,2 (1,07)^2 - 4,97 \\
 &= 3,2 \times 1,144 - 4,97 \\
 &= -1,3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_u &= 46,3 + 33,9 \log f \\
 &\quad - 13,82 \log H_b + a(h_m) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d + C_m \\
 &= 46,3 + 33,9 \log 2400 \\
 &\quad - 13,82 \log 4 + (-1,3) + 44,9 - 6,55 \log 4) \log 0,0093 + 3 \\
 &= 46,3 + 114,58 - 8,32 + (-1,3) + (44,9 - 3,94)(-2) + 3 \\
 &= 46,3 + 114,58 - 8,32 - 1,3 + 40,96(-2) + 3 \\
 &= 46,3 + 114,58 - 8,32 - 1,3 - 81,92 + 3
 \end{aligned}$$

$$= 72,34 \text{ dB}$$

Dilanjutkan mencari nilai level sinyal (IRL) dengan persamaan (1) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 IRL &= EIRP - L \\
 &= 23 - 72,34 \\
 &= -52,04 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Berikut dapat dilihat hasil perhitungan level sinyal *access point* pada posisi *Outdoor* pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Nilai Perhitungan Level Kuat Sinyal *Outdoor*

NO	Jarak (Meter)	Level Kuat Sinyal		
		Hasil Perhitungan (dBm)	Hasil Pengukuran (dBm)	Hasil Simulasi Atoll (dBm)
1	9,3	-52,04	-65	-50 s/d - 55
2	22,6	-71,21	-58	-70 s/d - 75
3	25	-72,97	-76	-70 s/d - 75
4	30	-76,13	-79	-75 s/d - 80
5	15,5	-64,66	-62	-60 s/d - 65
6	21,5	-70,35	-67	-65 s/d - 70
7	40,3	-81,26	-100	-80 s/d - 85
8	32,8	-77,68	-86	-75 s/d - 80

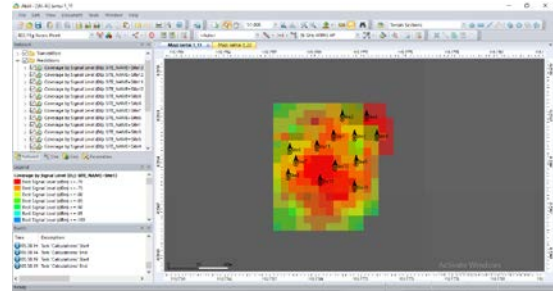
4.4 Perancangan Cangkupan Layanan Access Point Menggunakan Atoll Rf Planning

Dalam perancangan cangkupan *access point* di Program Studi Teknik Elektro digunakan *software Atoll Rf Planning*. Dimana parameter yang digunakan didapatkan dari hasil pengukuran dan perhitungan yang sudah dilakukan. Berdasarkan *software Atoll Rf Planning*, nilai level sinyal dikelompokkan pada Tabel 11.

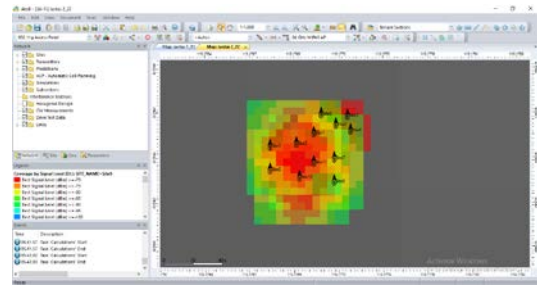
Tabel 11 Level Sinyal Coverage Area Wireless pada Atoll Rf Planning [6]

Warna Coverage	Level Sinyal (dBm)	Kualitas Sinyal
	≥ -70	Baik
	≥ -75	Cukup Baik
	≥ -80	Cukup Baik
	≥ -85	Buruk
	≥ -90	Sangat Buruk
	≥ -95	Sangat Buruk
	≥ -100	Sangat Buruk

Berikut dapat dilihat hasil dari perancangan cakupan *access point* menggunakan *Atoll Rf Planning* pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.

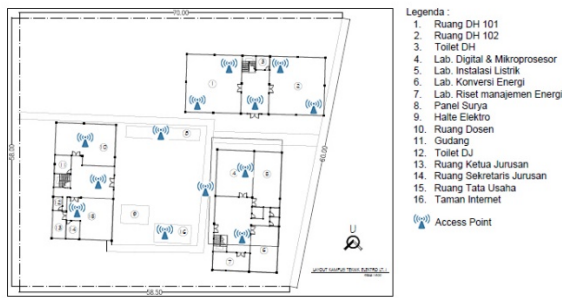


(a)

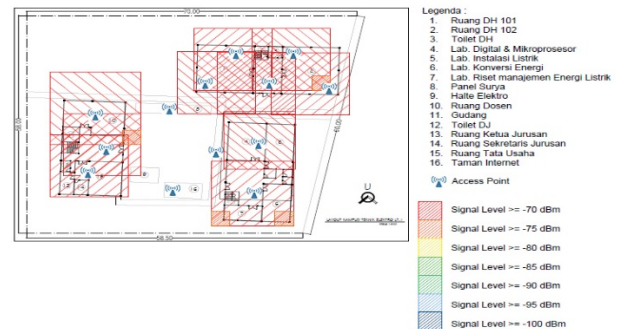


(b)

Gambar 3 Hasil Prediksi Coverage Area (a) Lantai 1, (b) Lantai 2



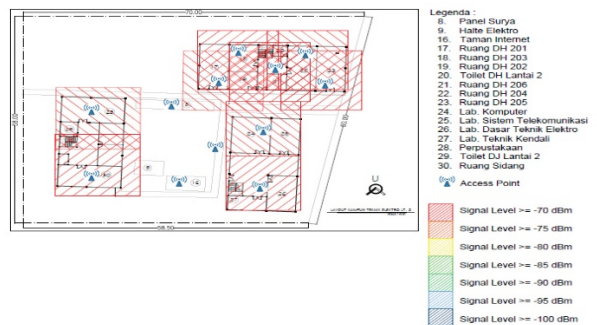
(a)



(a)



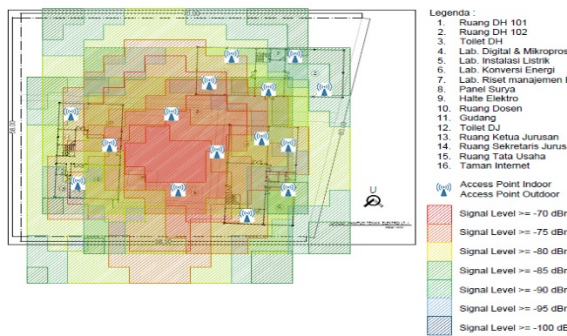
(b)



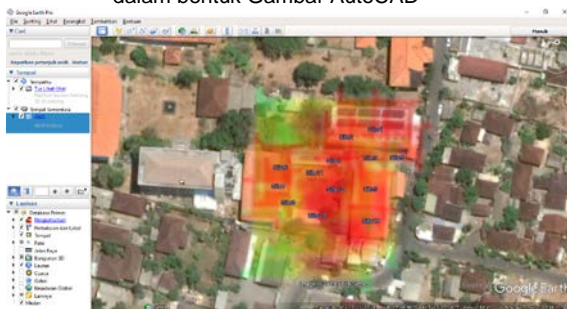
(b)

Gambar 2 Denah Posisi Access Point (a) Lantai 1, (b) Lantai 2

Gambar 4 Hasil Coverage Area Daerah Indoor dalam bentuk Gambar AutoCAD (a) Lantai 1, (b) Lantai 2



Gambar 5 Hasil Coverage Area Daerah Outdoor dalam bentuk Gambar AutoCAD



Gambar 6 Hasil Prediksi Coverage Area saat di Ekspor ke dalam Google Earth

Dari hasil Gambar 6, dapat dilihat seluruh Program Studi Teknik Elektro sudah tercakup sinyal wifi. Total dari *access point* yang digunakan 22 buah yang terdiri dari 19 *indoor* dan 3 *outdoor*.

5. KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan level sinyal berbanding terbalik dengan jarak posisi *access point* dengan *receiver*, dimana semakin jauh jarak *receiver* maka semakin lemah pula kuat sinyal yang dihasilkan. Jika dibandingkan nilai pengukuran dan perhitungan terdapat perbedaan yang sangat jauh. Ini disebabkan oleh faktor *noise*, reflektor seperti kursi, meja, tembok, pohon dll dilingkungan tersebut dan nilai perhitungan yang diasumsikan menggunakan nilai koefisien yang sudah ditentukan. Dari hasil pengukuran dan perhitungan juga didapatkan bahwa *access point* yang digunakan untuk mencangkup seluruh wilayah Program Studi Teknik Elektro berjumlah 22 buah, dimana 19 buah *indoor* dan 3 buah *outdoor*.

Untuk pengembangan penelitian ini dapat dilakukan dengan cara dilakukan perhitungan dan pengukuran yang lebih detail untuk memperhitungkan nilai pembatas di dalam ruangan dan juga pengukuran secara langsung disetiap posisi yang akan dipasangkan *access point*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetya, A.I., Gunantara, N., Sudiarta, P.K., *Analisis Propagasi Indoor WLAN 802.11g Pada Gedung Dishubkominfo Kabupaten Badung*. E-Journal SPEKTRUM, 2017; 4(2): 130-137.
- [2] Siswanto, Apri, *Evaluasi Kinerja Wireless 802.11N untuk E-Learning*, IT Journal Research and Development, 2017; 1(2): 1-13.
- [3] Ardian Yusriel, *Analisis Jenis Material Terhadap Jumlah Kuat Sinyal Wireless LAN Menggunakan Metode Cost-231 Multiwall Indoor*, Jurnal Matrix, 2017; 7(3): 68-73.
- [4] Riza, M.F, *Simulasi Cakupan Area Sinyal WLAN 2.4 GHz Pada Ruangan*, Jurnal Teknik Elektro, 2012; 1(3): 1-8.
- [5] Mubarokah, Lina, Puji Handayani, *Pengukuran dan Perhitungan Pathloss Eksponen Untuk Cluster Residences, Central Business Distric (CBD), dan Perkantoran di Daerah Urban*, Jurnal Teknik ITS, 2015; 4(1): 25-30.
- [6] Hamid, Nafiz, Yahia Lawane, Mugumya Twarik Harouna, *Towards an Efficient Radio Network Planning of LTE and Beyond in Densely Populated Urban Areas*, Journal of Computing and Digital System, 2015; 4(2): 111-119.