

Perencanaan Perluasan Cakupan Sinyal Jaringan WLAN *Outdoor* dengan Pendekatan Skenario 4-C di Kampus Telkom University Bandung

1st Rayhan Sidiq Kaffa
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rayhansidiqkaffa@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Uke Kurniawan Usman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3rd Sakti Putro Wisetyo
Pusat Teknologi Informasi
University Telkom
Bandung, Indonesia

saktiwizz@telkomuniversity.ac.id

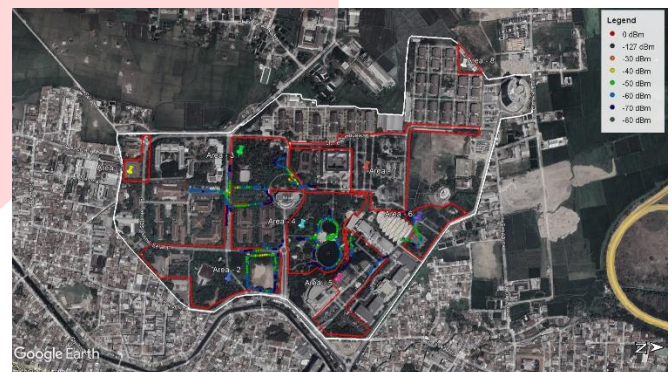
Abstrak — Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan perluasan cakupan jaringan WiFi *outdoor* di kampus Telkom University. Metode yang digunakan meliputi walk test, simulasi cakupan sinyal dan interferensi, serta perhitungan link budget dengan parameter *pathloss*, RSSI, EIRP, dan BoQ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario 4-C dapat menutupi seluruh area yang direncanakan dengan minimal RSSI sebesar -75 dBm. Di frekuensi 2.4 GHz tidak ditemukan interferensi, namun di frekuensi 5 GHz terjadi interferensi Co-channel. Nilai RSSI terendah yang tercatat adalah -74 dBm, sedangkan nilai EIRP tertinggi adalah 33 dBm. Total panjang kabel transmisi yang digunakan mencapai 1628.3 meter, dengan total biaya sebesar Rp. 384.964.540.

Kata kunci— Perluasan cakupan sinyal WiFi, Simulasi Sinyal, Simulasi Interferensi, Link Budget, RSSI, BoQ

I. PENDAHULUAN

Di era digital yang pesat, akses internet cepat dan andal sangat diperlukan, terutama bagi mahasiswa-mahasiswi untuk belajar dan bersosialisasi. Di Telkom University, mahasiswa-mahasiswi dapat terhubung ke jaringan internet di seluruh area kampus, termasuk kantin, gedung pembelajaran, dan taman. Akses ini tersedia melalui jaringan seluler dan WLAN. Telkom University menyediakan layanan internet berbasis WLAN, yaitu WiFi. WiFi adalah teknologi nirkabel dengan bandwidth besar yang memungkinkan pengguna mengakses internet. Teknologi ini memungkinkan interaksi melalui pencarian, pembagian, pengunggahan, atau pengunduhan informasi berupa video, gambar, suara, dan teks [1].

Layanan WiFi *outdoor* menjadi salah satu pilihan mahasiswa-mahasiswi untuk dapat terhubung ke jaringan internet, walaupun begitu masih terdapat beberapa area *outdoor* di Telkom University yang belum tercapai oleh sinyal WiFi *outdoor*. Maka dari itu, dilakukan *Drive Test* yang merupakan sebuah proses pengukuran sistem telekomunikasi seluler pada sisi gelombang radio yang bertransmisi melewati udara dari arah pemancar atau transmitter hingga ke receiver atau device pengguna. Berikut gambar 1 yang merupakan hasil *Drive Test* untuk melihat cakupan sinyal WiFi *outdoor* di area Telkom University yang sudah terpasang.



GAMBAR 1

Hasil *Drive Test* cakupan sinyal WiFi *outdoor*

Berdasarkan gambar 1, terlihat area-area yang belum tercapai sinyal WiFi *outdoor* yang ditandai tanpa ada titik-titik berwarna. Beberapa area-area tersebut meliputi kantin dekat Gedung TULT, selasar asrama TULT, parkir GKU, Joglo, kandang burung merak, selasar Gedung pasca sarjana, selasar Gedung student center, lapangan tenis dan di selasar depan Gedung Fakultas Komunikasi dan Bisnis.

Berdasarkan hasil *Drive Test* sebelumnya, perlu dilakukan perancangan jaringan WiFi *outdoor* untuk memperluas cakupan sinyal WiFi *outdoor* di sekitar Telkom University. Pada perencanaan ini dilakukan perencanaan dengan pendekatan skenario 4-C, yaitu skenario dengan kondisi penambahan *Access Point* (AP) versi terbaru dan mengganti *Access Point* (AP) versi lama. Selain itu, dilakukan simulasi cakupan sinyal dan interferensi, perhitungan *pathloss*, *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dan *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP), pengukuran kabel transmisi dan nilai *Bill of Quantity* (BoQ) yang digunakan skenario 4-C.

II. KAJIAN TEORI

A. *Wireless Fidelity* (WiFi)

Wireless Fidelity atau WiFi merupakan teknologi nirkabel yang memiliki kemampuan sebagai penyedia akses internet dengan bandwidth yang besar. Teknologi ini dapat memungkinkan pengguna untuk dapat saling berinteraksi dengan mencari, membagi, mengunggah dan mengunduh semua informasi kedalam bentuk gambar, suara, video serta teks [1].

B. Wiscloud Rujie

Wiscloud Rujie merupakan website pengaturan jaringan WLAN yang dimiliki oleh perusahaan Ruijie asal negara China. Website ini mampu untuk mengontrol banyak AP sekaligus dan dapat melakukan simulasi jaringan WLAN.

C. Pathloss

Pathloss merupakan daya sinyal yang hilang diantara transmitter dengan receiver dengan satuan dB [2]. Pada jaringan WLAN, terdapat beberapa model pathloss yang dapat digunakan, seperti *Free Space Loss*, *Cost 231*, Huawei, Okumura dan Hata. Model-model tersebut dapat digunakan sesuai dengan spesifikasi perancangan jaringan yang dilakukan, seperti lingkungan perancangan dan besar frekuensi yang digunakan dalam perancangan.

D. Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator atau RSSI merupakan nilai untuk mengukur kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat dengan satuan dBm. RSSI umum digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal jaringan WiFi, semakin tinggi nilai RSSI atau nilai menuju 0 dBm maka kualitas jaringan baik, semakin kecil nilai RSSI atau nilai RSSI menuju -100 dBm maka kualitas jaringan buruk [3].

TABEL 1
Range parameter RSSI standar TIPHON

Kategori	Nilai RSSI (dBm)
<i>Very Good</i>	> -70
<i>Good</i>	-70 s/d -85
<i>Moderate</i>	-86 s/d -100
<i>Bad</i>	-100

E. Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)

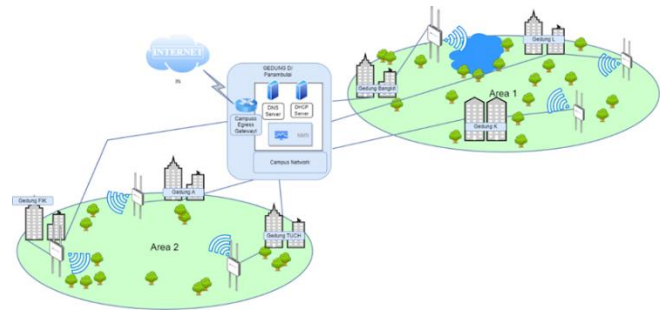
Effective Isotropic Radiated Power atau EIRP merupakan total kekuatan daya transmisi dari antenna pemancar [2]. Total kekuatan daya transmisi yang dikeluarkan oleh antenna transmisi dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter, seperti daya transmisi, gain antenna transmisi dan loss transmitter. EIRP dibatasi di setiap negara, di Indonesia batas maksimal EIRP yang ditoleransi adalah 36 dBm atau 4 watt sesuai dengan kebijakan menteri KOMINFO nomor 1 tahun 2019 [4].

III. METODE

Dalam melakukan perancangan, dilakukan simulasi dengan pendekatan skenario 4-C, lalu dihitung nilai pathloss dengan 2 model pathloss yang berbeda, nilai RSSI dari jarak 10 meter, 50 meter, 100 meter, 150 meter dan 200 meter, nilai EIRP dan nilai BoQ untuk skenario 4-C.

A. Skenario 4-C

Skenario 4-C merupakan skenario dengan kondisi penambahan jumlah AP dan mengganti AP versi lama yang sudah digunakan yaitu versi RG-AP630 IODA dan RG-AP630 IDA2 dengan standar 802.11ac atau WiFi 5 menjadi RG-AP680 CD dan RG-AP680 O (V3) dengan standar 802.11ax atau WiFi 6.



GAMBAR 2
Arsitektur sistem perencanaan

Gambar 2 merupakan arsitektur sistem perencanaan yang digunakan. Sistem WLAN akan dimulai dari pusat server yang ada di Gedung Panambulai Telkom University, lalu jaringan akan disebarkan melalui kabel transmisi dan switch *Power over Ethernet* menuju setiap AP. Setelah itu, device dapat terhubung ke jaringan internet melalui AP.

B. Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian dilakukan di sekitar area outdoor Telkom University Bandung. Terdapat beberapa area yang menjadi area perencanaan, yaitu sebagai berikut.

1. Area 1 meliputi lapangan tenis, lapangan basket dan lingkungan sekitar Gedung Student Center.
2. Area 2 meliputi lingkungan sekitar Masjid Syamsul 'Ulum dan jogging track.
3. Area 3 meliputi lingkungan hutan biopori, joglo dan kandang burung merak.
4. Area 4 meliputi lingkungan sekitar danau galau.
5. Area 5 meliputi lingkungan sekitar Gedung FIK, FEB dan FIT.
6. Area 6 meliputi lapangan depan Gedung TUCH dan lingkungan Gedung BTP.
7. Area 7 meliputi parkir dan halaman depan Gedung GKU.
8. Area 8 meliputi lingkungan kantin dekat Gedung TULT.

Berikut gambar 3 yang merupakan pemetaan area-area perencanaan yang dibatas garis merah dan area Telkom University yang dibatasi garis putih.



GAMBAR 3
Area-area perencanaan

C. Simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan webiste Wiscloud Ruijie. Simulasi yang dilakukan adalah simulasi cakupan sinyal dengan batas minimal nilai RSSI adalah -75 dBm dan simulasi interferensi di band frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz. Interferensi yang dapat terjadi di simulasi ada 2 jenis, yaitu *Co-channel* dan *Adjacent channel*. Interferensi *Co-channel* terjadi ketika 2 sinyal saling tumpang tindih dan memiliki kanal yang sama [5], sedangkan *adjacent channel* dapat terjadi karena 2 sinyal saling tumpang tindih dan memiliki kanal yang saling berdekatan [6]. Hasil simulasi berupa *heatmap* dari simulasi cakupan sinyal dan interferensi. Sebelum dilakukan simulasi, ditambahkan terlebih dahulu *obstacle* disekitar area Telkom University untuk mendapatkan hasil simulasi yang lebih baik. Berikut tabel 2 yang merupakan pemaparan jenis-jenis *obstacle* di perencanaan skenario 4-C.

TABEL 2
Jenis-jenis *Obstacle* di perencanaan skenario 4-C

Obstacle	Tebal (Meter)
Concrete	0.15
Brick	0.1
Window	0.01

Penambahan *obstacle-obstacle* tersebut dilakukan di bangunan-bangunan yang ada di Telkom University. Selain itu *obstacle* vegetasi seperti pohon tidak dimasukan sebagai *obstacle*, karena keterbatasan alat simulasi yang tidak bisa menambahkan *obstacle* vegetasi.

D. Perhitungan Parameter *Link Budget*

Terdapat beberapa parameter *link budget* yang dihitung, yaitu *pathloss*, RSSI dan EIRP. Berikut tabel 3 yang merupakan spesifikasi parameter-parameter untuk perencanaan skenario 4-C.

TABEL 3
Spesifikasi parameter *Link Budget*

Parameter	Spesifikasi
Model <i>Pathloss</i>	<i>Free Space Loss</i>
	Huawei
RSSI	>= (-75) dBm
EIRP	<= 36 dBm

Untuk menghitung parameter-parameter tersebut, digunakan beberapa persamaan matematika. Berikut persamaan untuk menghitung nilai RSSI [2].

$$RSSI = P_{T_x} + G_{T_x} - P_L - Attenuation + G_{R_x} \quad (1)$$

Keterangan:

- RSSI = *Received Signal Strenght Indicator* (dBm)
- P_{T_x} = Daya transmisi AP (dBm)
- G_{T_x} = Gain antenna AP (dBi)
- G_{R_x} = Gain antenna UE (dBi)
- P_L = *Pathloss* (dBm)

Attenuation = Daya transmisi yang hilang oleh *obstacle* (dB)

Berikut persamaan untuk menghitung nilai *pathloss* model *Free Space Loss* (FSL) [7].

$$P_{L_{FSL}} = 20 \text{Log}_{10}(d) + 20 \text{Log}_{10}(f) + 32.45 \quad (2)$$

Keterangan:

- $P_{L_{FSL}}$ = Nilai *Pathloss* (dB)
- d = Jarak *transmitter* ke *receiver* (Km)
- f = Besar frekuensi (MHz)

Berikut persamaan untuk menghitung nilai *pathloss* model Huawei [2].

$$P_{L_H} = 42.6 + 26\text{Log}_{10}(d) + 20\text{Log}_{10}(f) \quad (3)$$

Keterangan:

- P_{L_H} = Nilai *Pathloss* (dB)
- d = Jarak *transmitter* ke *receiver* (Km)
- f = Besar Frekuensi (MHz)

Berikut persamaan untuk menghitung nilai EIRP [8].

$$EIRP = P_t + G_t - L_t \quad (4)$$

- EIRP = Nilai EIRP (dBm)
- P_t = Daya *transmitter* (dBm)
- G_t = Gain antenna (dBi)
- L_t = *Loss transmitter* (dB)

E. Pengukuran Kabel Transmisi

Kabel transmisi yang digunakan pada perencanaan skenario 4-C adalah kabel transmisi *Unshielded Twisted Pair* atau UTP dan *Fiber Optic* atau FO. Pengukuran kabel transmisi dilakukan dari AP hingga switch PoE yang tersedia di beberapa gedung di Telkom University. Alat untuk melakukan pengukuran adalah *measure wheel* meter dan aplikasi *google earth* untuk menampilkan rute kabel transmisi setelah dilakukan pengukuran.

F. Perhitungan BoQ

BoQ dihitung berdasarkan jumlah alat dan bahan apa saja yang digunakan untuk melakukan perencanaan skenario 4-C, termasuk AP, kabel tranmsisi dan lainnya. Selain itu, biaya untuk implementasi juga dihitung agar mendapatkan BoQ yang sesuai dengan perencanaan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

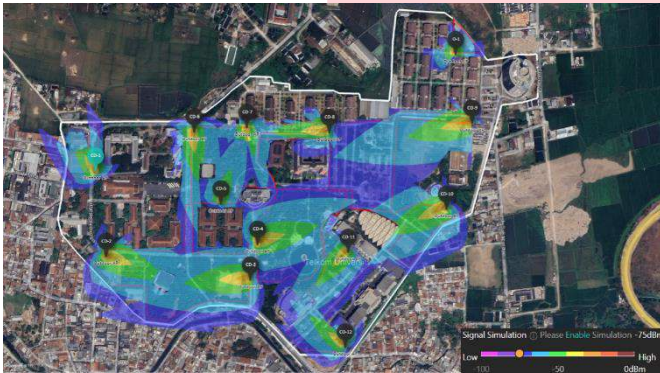
A. Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi cakupan sinyal dan interferensi untuk skenario 4-C, didapatkan hasil simulasi berupa *heatmap* cakupan sinyal dan interferensi yang terjadi. Hasil simulasi menunjukan di skenario 4-C membutuhkan 13 AP. Berikut gambar 4 dan gambar 5 yang merupakan hasil simulasi cakupan sinyal di skenario 4-C di band frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz.



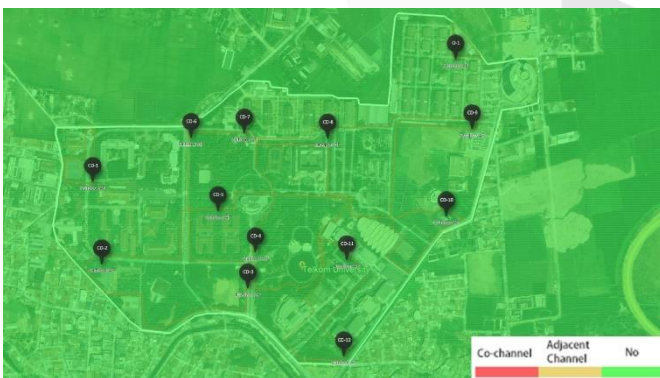
Gambar 5
Heatmap Simulasi Cakupan Sinyal 2.4 GHz

Berdasarkan gambar 5, dapat dilihat cakupan sinyal di band frekuensi 2.4 GHz dari AP yang dipasang sudah dapat menutupi seluruh area perencanaan dengan minimal nilai RSSI sebesar -75 dBm. Pada gambar 5, terlihat jumlah AP yang digunakan sebanyak 13 AP dengan kode AP yaitu RG-AP680 CD dan RG-AP680 O(V3).



GAMBAR 6
Heatmap simulasi cakupan sinyal 5 GHz

Berdasarkan gambar 6, dapat dilihat cakupan sinyal di band frekuensi 5 GHz dari AP yang dipasang sudah dapat menutupi seluruh area perencanaan dengan minimal nilai RSSI sebesar -75 dBm.



GAMBAR 7
Heatmap simulasi interferensi 2.4 GHz

Berdasarkan gambar 7, dapat dilihat tidak terjadi interferensi di band frekuensi 2.4 GHz dengan ditandai warna hijau. Setiap AP sudah dilakukan konfigurasi kanal frekuensi di band frekuensi 2.4 GHz, sehingga tidak terjadi interferensi *Co-channel* dan *Adjacent Channel*.



Gambar 8
Heatmap simulasi interferensi 5 GHz

Berdasarkan gambar 8, dapat dilihat terjadi interferensi *Co-channel* di band frekuensi 5 GHz dengan ditandai warna merah. Interferensi terjadi karena terdapat beberapa AP yang memiliki kanal frekuensi yang sama di band frekuensi 5 GHz dan sinyal dari AP tersebut saling tumpang tindih, yang mengakibatkan interferensi *Co-channel* [5].

B. *Pathloss*

Nilai *pathloss* yang dihitung berdasarkan 2 model *pathloss* yang berbeda, yaitu *Free Space Loss* dan Huawei di jarak 10 meter, 50 meter, 150 meter dan 200 meter. Dua model tersebut dapat digunakan untuk perencanaan jaringan 2.4 GHz dan 5 GHz di lingkungan *outdoor*. Berikut tabel 4 dan 5 merupakan hasil perhitungan *pathloss* model *Free Space Loss* dan Huawei di band frekuensi 2.4 GHz, tabel 6 dan 7 merupakan hasil perhitungan *pathloss* model *Free Space Loss* dan Huawei di band frekuensi 5 GHz.

TABEL 4
Pathloss model *Free Space Loss* 2.4 GHz

<i>Pathloss</i> Model <i>Free Space Loss</i> Pada Band Frekuensi 2.4 GHz (dB)			
Jarak (Meter)	Frekuensi (MHz)		
	2.412	2.437	2.462
10	60	60	60
50	74	74	74
100	80	80	80
150	84	84	84
200	86	86	86

Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat nilai *pathloss* model *Free Space Loss* di band frekuensi 2.4 GHz paling besar adalah 86 dB di jarak 200 meter. Lalu nilai *pathloss* paling kecil adalah 60 dB di jarak 10 meter. Setiap nilai *pathloss* di frekuensi 2.412 MHz, 2.437 MHz dan 2.462 MHz tidak akan berbeda jauh di jarak yang sama.

TABEL 5
Pathloss model Huawei 2.4 GHz

<i>Pathloss</i> Model Huawei Pada Band Frekuensi 2.4 GHz (dB)			
Jarak (Meter)	Frekuensi (MHz)		
	2.412	2.437	2.462
10	58	58	58
50	76	77	77

Pathloss Model Huawei Pada Band Frekuensi 2.4 GHz (dB)			
Jarak (Meter)	Frekuensi (MHz)		
	2.412	2.437	2.462
100	84	84	84
150	89	89	89
200	92	92	92

Berdasarkan tabel 5, dapat dilihat nilai *pathloss* model Huawei di band frekuensi 2.4 GHz paling besar adalah 92 dB di jarak 200 meter. Lalu nilai *pathloss* paling kecil adalah 58 dB di jarak 10 meter. Setiap nilai *pathloss* di frekuensi 2.412 MHz, 2.437 MHz dan 2.462 MHz tidak akan berbeda jauh di jarak yang sama.

TABEL 6
Pathloss model Free Space Loss 5GHz

Pathloss Model Free Space Loss Pada Band Frekuensi 5 GHz (dB)					
Jarak (Meter)	Frekuensi (MHz)				
	5.745	5.765	5.785	5.805	5.825
10	68	68	68	68	68
50	82	82	82	82	82
100	88	88	88	88	88
150	91	91	91	91	91
200	94	94	94	94	94

Berdasarkan tabel 6, dapat dilihat nilai *pathloss* model Free Space Loss di band frekuensi 5 GHz paling besar adalah 94 dB di jarak 200 meter. Lalu nilai *pathloss* paling kecil adalah 68 dB di jarak 10 meter. Setiap nilai *pathloss* di frekuensi 5.745 MHz, 5.765 MHz, 5.785 MHz, 5.805 MHz dan 5.825 MHz tidak akan berbeda jauh di jarak yang sama.

TABEL 7
Pathloss model Huawei 5 GHz

Pathloss Model Huawei Pada Band Frekuensi 5 GHz (dB)					
Jarak (Meter)	Frekuensi (MHz)				
	5.745	5.765	5.785	5.805	5.825
10	66	66	66	66	66
50	84	84	84	84	84
100	92	92	92	92	92
150	96	96	96	96	96
200	100	100	100	100	100

Berdasarkan tabel 7, dapat dilihat nilai *pathloss* model Huawei di band frekuensi 5 GHz paling besar adalah 100 dB di jarak 200 meter. Lalu nilai *pathloss* paling kecil adalah 66 dB di jarak 10 meter. Setiap nilai *pathloss* di frekuensi 5.745 MHz, 5.765 MHz, 5.785 MHz, 5.805 MHz dan 5.825 MHz tidak akan berbeda jauh di jarak yang sama.

C. Received Signal Strength Indicator

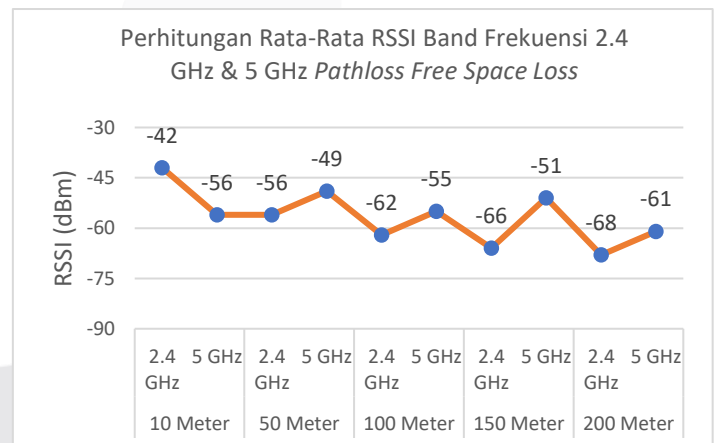
Nilai perhitungan RSSI didapatkan dari nilai daya transmisi dari setiap AP di skenario 4, gain antenna AP yang

digunakan dan nilai *pathloss* pada jarak dan frekuensi yang telah ditentukan. Untuk formula perhitungan RSSI dapat dilihat pada persamaan 1.

TABEL 8
Perhitungan RSSI Free Space Loss 2.4 GHz & 5 GHz

Perhitungan RSSI Free Space Loss Band Frekuensi 2.4 GHz & 5 GHz (dBm)		
Jarak (Meter)	Nilai RSSI (dBm)	
	2.4 GHz	5 GHz
10	-42	-56
50	-56	-49
100	-62	-55
150	-66	-51
200	-68	-61

Berdasarkan tabel 8, dapat dilihat nilai RSSI paling tinggi di *pathloss* model Free Space Loss adalah -42 dBm di jarak 10 meter menggunakan band frekuensi 2.4 GHz. Lalu nilai RSSI paling rendah adalah -68 di jarak 200 meter menggunakan band frekuensi 5 GHz. Berdasarkan tabel 8, dapat dilihat nilai RSSI dipengaruhi oleh jarak antara transmiter atau AP ke *receiver* dan band frekuensi yang dipakai. Nilai RSSI paling tinggi didapatkan menggunakan band frekuensi 2.4 GHz dan nilai RSSI paling kecil didapatkan menggunakan band frekuensi 2.4 GHz.



GAMBAR 9
Grafik Perhitungan RSSI Free Space Loss 2.4 GHz & 5 GHz

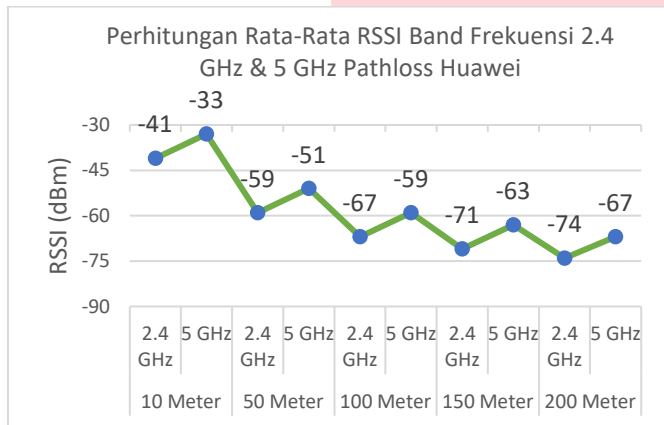
Berdasarkan gambar 9, dapat dilihat grafik dari perhitungan RSSI di model Free Space Loss. Nilai RSSI semakin turun seiring jarak antara transmiter dengan *receiver* semakin naik.

TABEL 9
Perhitungan RSSI Huawei 2.4 GHz & 5 GHz

Perhitungan RSSI Huawei Band Frekuensi 2.4 GHz & 5 GHz (dB)		
Jarak (Meter)	Nilai RSSI (dBm)	
	2.4 GHz	5 GHz
10	-41	-33

50	-59	-51
100	-67	-59
150	-71	-63
200	-74	-67

Berdasarkan tabel 9, dapat dilihat nilai RSSI paling tinggi di *pathloss* model Huawei adalah -33 dBm di jarak 10 meter menggunakan band frekuensi 5 GHz. Lalu nilai RSSI paling rendah adalah -74 di jarak 200 meter menggunakan band frekuensi 2.4 GHz. Berdasarkan tabel 9, dapat dilihat nilai RSSI dipengaruhi oleh jarak antara transmiter atau AP ke *receiver* dan band frekuensi yang dipakai. Nilai RSSI paling tinggi didapatkan menggunakan band frekuensi 5 GHz dan nilai RSSI paling kecil didapatkan menggunakan band frekuensi 2.4 GHz.



GAMBAR 10

Grafik Perhitungan RSSI Huawei 2.4 GHz & 5 GHz

Berdasarkan gambar 10, dapat dilihat grafik dari perhitungan RSSI di model Huawei. Nilai RSSI semakin turun seiring jarak antara transmiter dengan *receiver* semakin naik.

D. *Effective Isotropic Radiated Power*

Perhitungan EIRP didapatkan dari persamaan 4 dengan daya transmisi didapatkan melalui hasil simulasi di setiap AP. Nilai gain antenna didapatkan dari jenis AP yang digunakan. Pada perencanaan ini, gain antenna yang digunakan adalah 7.9 dBi untuk AP seri RG-AP680 CD dan 4 dBi untuk AP seri RG-AP680 O(V3). Nilai *loss* transmiter dibiarkan 0 karena untuk mendapatkan nilai *loss* transmiter harus dilakukan implementasi secara langsung, tetapi perencanaan ini tidak melakukan implementasi secara langsung. Berikut tabel 10 merupakan hasil perhitungan EIRP di band frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz beserta batas EIRP di Indonesia.

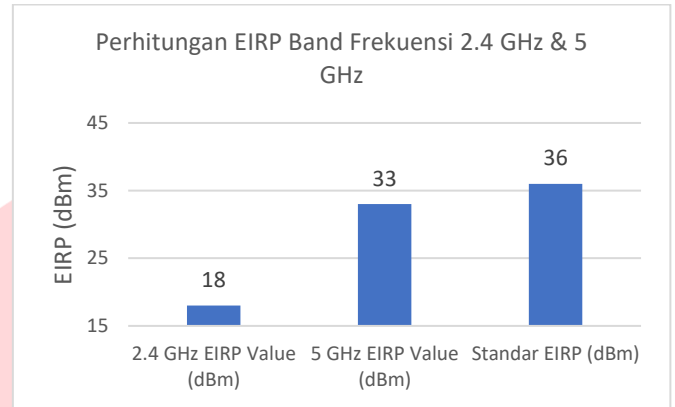
TABEL 10

Perhitungan EIRP Band Frekuensi 2.4 GHz & 5 GHz

Perhitungan EIRP Band Frekuensi 2.4 GHz & 5 GHz			
Parameter	2.4 GHz EIRP Value (dBm)	5 GHz EIRP Value (dBm)	Batas Standar EIRP (dBm)
	18	33	36

Nilai EIRP (dBm)	18	33	36
------------------	----	----	----

Berdasarkan tabel 10, dapat dilihat nilai EIRP paling tinggi adalah 33 dBm di band frekuensi 5 GHz, sedangkan nilai EIRP paling rendah adalah 18 dBm di band frekuensi 2.4 GHz. Nilai EIRP yang didapatkan tidak melebihi batas standar EIRP yang ditetapkan, yaitu 36 dBm.



GAMBAR 11

Grafik perhitungan nilai EIRP 2.4 GHz & 5 GHz

Berdasarkan gambar 11, dapat dilihat nilai EIRP di band frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz tidak melebihi batasan standar EIRP di Indonesia yaitu 36 dBm. Sehingga perencanaan sudah tepat dan tidak menyalahi regulasi yang ada.

E. Kabel Transmisi

Perencanaan kabel transmisi dilakukan dengan menyesuaikan lokasi AP dan lokasi switch yang ada. Kabel transmisi menggunakan 2 jenis, yaitu UTP cat6 dan *Fiber Optic*. Berikut gambar 12 merupakan persebaran kabel transmisi untuk skenario 4-C.



GAMBAR 12

Peta Kabel Transmisi Skenario 4-C

Berdasarkan gambar 12, terlihat persebaran kabel transmisi yang digunakan. Garis yang berwarna pink merupakan kabel transmisi *Fiber Optic*, sedangkan yang berwarna hijau muda merupakan kabel transmisi UTP Cat6.

TABEL 11
Panjang Kabel Transmisi Skenario 4-C

Kabel Transmisi	
Parameter	Skenario 4-C

	UTP	FO
Panjang	286.5 m	1341.8 m
Total	1628.3 m	

Berdasarkan tabel 11, total panjang kabel transmisi UTP adalah 286.5 meter, sedangkan untuk *Fiber Optic* adalah 1341.8 meter. Total panjang kabel transmisi keseluruhan adalah 1628.3 meter.

F. Bill of Quantity

Bill of Quantity (BoQ) yang didapatkan berdasarkan jumlah alat dan bahan yang digunakan serta perkiraan biaya jasa. Berikut tabel 12 merupakan rincian BoQ untuk skenario 4-C.

TABEL 12
BoQ Skenario 4-C

N O	Uraian	Unit/Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
A	Materi				
1	Acces Point RUIJIE (RG-AP680(CD))	Pcs	13	Rp. 14.139.000	Rp. 183.807.000
2	Kabel Fiber Optic (Drop Core)	Roll (50 m)	2	Rp. 300.000	Rp. 600.000
3	Kabel Fiber Optic (Drop Core)	Roll (100 m)	1	Rp. 250.000	Rp. 250.000
4	Kabel Fiber Optic (Drop Core)	Roll (150 m)	3	Rp. 350.000	Rp. 1.050.000
5	Kabel Fiber Optic (Drop Core)	Roll (200 m)	1	Rp. 480.000	Rp. 480.000
6	Kabel Fiber Optic (Drop Core)	Roll (300 m)	2	Rp. 700.000	Rp. 1.400.000
7	Kabel UTP CAT 6	Roll (300 m)	3	Rp. 2.950.000	Rp. 8.850.000
8	Konektor LC	Pcs	22	Rp. 4.500	Rp. 99.000

9	Konektor RJ 45	Pcs	3	Rp. 557.500	Rp. 1.672.500
10	Power Adapter	Pcs	9	Rp. 260.700	Rp. 2.346.300
11	PoE Adapter	Pcs	3	Rp. 499.000	Rp. 1.497.000
12	Modul SFP	Pcs	17	Rp. 400.000	Rp. 6.800.000
13	Tiang	Pcs (7 Meter)	11	Rp. 4.600.000	Rp. 50.600.000
Total Material					Rp. 259.451.800
B	Jasa				
1	Pemasangan Acces Point	LOT	13	Rp. 582.983	Rp. 7.578.779
2	Pemasangan Kabel Drop Core Fiber Optic Single Mode 2 Core	KM	2	Rp. 463.925	Rp. 927.950
3	Pemasangan Adaptor LC	LOT	10	Rp. 32.727	Rp. 327.270
4	Penarikan Kabel UTP	M	3	Rp. 18.979	Rp. 56.937
5	Pemasangan Tiang Besi 3 Meter	AU	11	Rp. 2.672.995	Rp. 29.402.945
6	Galian Penarikan Jalur Tanah Taman	M	1022.1	Rp. 85.333	Rp. 87.218.859
Total Jasa					Rp. 125.512.740
Total Keseluruhan					Rp. 384.964.540

Berdasarkan tabel 12, didapatkan total BoQ untuk jasa mencapai Rp. 125.512.740, sedangkan untuk total material mencapai Rp. 259.451.800. Sehingga total BoQ keseluruhan adalah Rp. 384.964.540.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan peluasan cakupan sinyal jaringan WLAN *outdoor* menggunakan pendekatan skenario 4-C, didapatkan hasil bahwa skenario 4-C dapat menjadi skenario untuk melakukan perencanaan peluasan cakupan sinyal jaringan WLAN *outdoor* di area *outdoor* kampus Telkom University. Berdasarkan hasil simulasi, cakupan sinyal skenario 4-C mampu menutupi seluruh area perencanaan dengan minimal nilai RSSI sebesar -75 dBm. Hasil interferensi di band frekuensi 2.4 GHz tidak terjadi interferensi, sedangkan di band frekuensi 5 GHz terjadi interferensi *Co-channel*.

Lalu berdasarkan parameter *link budget*, nilai RSSI tidak kurang dari target perhitungan RSSI yaitu -75 dBm dengan nilai RSSI paling kecil adalah -74 dBm di *pathloss* model Huawei band frekuensi 2.4 GHz di jarak 200 meter. Nilai EIRP yang didapatkan juga tidak melebihi batas standar EIRP di Indonesia yaitu 36 dBm dengan nilai EIRP paling tinggi adalah 33 dBm di band frekuensi 5 GHz, sedangkan nilai EIRP paling kecil adalah 18 dBm di band frekuensi 2.4 GHz. Total panjang kabel transmisi yang digunakan adalah 1628.3 meter dan total BoQ yang didapatkan adalah Rp. 384.964.540.

REFERENSI

- [1] "ANALISA KUAT JARINGAN WIFI (RSSI) GEDUNG FISIKA A LANTAI BAWAH FMIPA."
- [2] "Network Planning Guide," 2023. [Online]. Available: <https://e.huawei.com>
- [3] S. Nauvaldi, F. T. Pontia, and N. Tjahjamoonsih, "ANALYSIS OF WI-FI NETWORK QUALITY IN TANJUNGPURA UNIVERSITY LIBRARY BUILDING," *Telecommunications, Computers, and Electricals Engineering Journal*, vol. 1, no. 1, p. 13, Jun. 2023, doi: 10.26418/telectrical.v1i1.69799.
- [4] "Permen Kominfo Nomor 1 Tahun 2019".
- [5] K. J. Komputer, T. Informasi, and D. Elektro, "Analisis Pengaruh Co-Channel Interference Terhadap Kualitas Wi-Fi Pada Frekuensi 2,4 GHz," 2021.
- [6] Z. Haider, M. Saleem, and T. Jamal, "Analysis of Interference in Wireless Networks."
- [7] N. J. Ayidu and V. O. Elaigwu, "PATHLOSS PREDICTION MODEL IN WLAN PROPAGATION," *FUDMA JOURNAL OF SCIENCES*, vol. 7, no. 3, pp. 1–5, Jul. 2023, doi: 10.33003/fjs-2023-0703-1822.
- [8] B. Yamamoto *et al.*, "Received signal strength indication (RSSI) of 2.4 GHz and 5 GHz wireless local area network systems projected over land and

sea for near-shore maritime robot operations," *J Mar Sci Eng*, vol. 7, no. 9, Sep. 2019, doi: 10.3390/jmse7090290.