

ANALISIS / OPTIMASI BASE TRANSCEIVER STATION MULTIHOP UNTUK SISTEM KOMUNIKASI PEMANTAUAN SUNGAI CITARUM SEKTOR 6

(ANALYSIS / OPTIMIZATION OF MULTIHOP BASE TRANSCEIVER STATION FOR MONITORING COMMUNICATION SYSTEM ON CITARUM RIVER SECTOR 6)

Aulia Rahman¹, Rina Pudji Astuti², Trasma Yunita³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹yayaaulia@student.telkomuniversity.ac.id, ²rinapudjiastuti@telkomuniversity.ac.id,

³trasmayunita@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Citarum merupakan sungai terpanjang dan terbesar di provinsi Jawa Barat dengan aliran sepanjang 297 Km, dimana Citarum dibagi menjadi beberapa sektor untuk memantau kebersihan dan mitigasi bencana yang dapat terjadi akibat luapan dari sungai Citarum. Dimasa pandemi ini juga pemerintah Jawa Barat khususnya di daerah proyek nasional Citarum Harum Sektor 6 membuat berbagai program untuk meningkatkan taraf hidup ekonomi masyarakat. Oleh karena itu perlu dirancang sebuah sistem komunikasi BTS *Multihop* untuk menunjangnya. Pengerjaan tugas akhir dilakukan dari tahapan melakukan perencanaan jaringan akses *WiFi 802.11ac*. Perencanaan yang kedua adalah perencanaan jaringan *backhaul* yang dimaksud adalah untuk menghubungkan antar BTS, sehingga BTS dapat secara optimal melayani pengguna. Pada Hasil Perencanaan menggunakan *unlicensed spectrum ISM band 2.4 GHz* dapat mengakomodasi daerah Citarum Sektor 6 dengan baik, Nilai RSSI yang didapatkan dari simulasi adalah rata-rata berada pada kondisi baik dan normal -40 s/d -80 dBm, sedangkan SINR berada pada kondisi baik dan normal 1 s/d 30 dB. Sedangkan perencanaan *backhaul* yang diperoleh rata-rata nilai daya terima >-79 dan availability 99,999% untuk link dengan jarak <1 km. sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa *backhaul* berbasis *WiFi* dapat bekerja dengan optimal untuk menghubungkan jaringan *WiFi* di daerah Citarum Sektor 6.

Kata Kunci: *WiFi, Citarum, Unlicensed, ISM band, Multihop*

Abstract

Citarum is the longest and largest river in West Java province with a flow of 297 km, where the Citarum is divided into several sectors to monitor cleanliness and mitigate disasters that can occur due to overflow from the Citarum river. During this pandemic, the West Java government, especially in the Citarum Harum Sector 6 national project area, made various programs to improve the people's economic standard of living. Therefore it is necessary to design a BTS Multihop communication system to support it. The final project is carried out from the stage of planning the 802.11ac WiFi access network. The second plan is backhaul network planning, which is meant to connect between BTS, so that BTS can optimally serve users. In the planning results using the unlicensed spectrum, ISM 2.4 GHz band can accommodate the Citarum Sector 6 area well, the RSSI value obtained from the simulation is on average in good and normal conditions -40 s / d -80 dBm, while SINR is in good condition and normal 1 to 30 dB. Meanwhile, backhaul planning obtained an average acceptability value > -79 and availability 99.999% for links with a distance of <1 km. So it can be concluded that WiFi-based backhaul can work optimally to connect WiFi networks in the Citarum Sector 6 area.

Key Word: *WiFi, Citarum, Unlicensed, ISM band, Multihop*

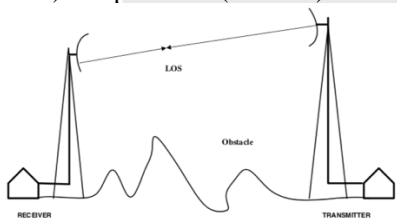
1. Pendahuluan

Citarum merupakan sungai terpanjang dan terbesar di provinsi Jawa Barat dengan aliran sepanjang 297 Km yang bersumber dari mata air Gunung Wayang kemudian mengalir ke utara menuju waduk Saguling yang akhirnya bermuara di pantai selatan Pulau Jawa tepatnya di Muara Gembong Kabupaten Bekasi. Namun kerusakan sungai Citarum sudah terjadi dari hulu hingga hilir, Pesatnya perkembangan sektor demografis serta sosial ekonomi yang tidak seimbang dengan upaya pelestarian lingkungan semakin menambah beban persoalan Sungai Citarum. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pengmas sektor 6 dan mahasiswa Universitas Telkom turun langsung untuk mengatasi masalah ini lewat program citarum harum dan mewujudkan program pemerintah lewat program kebijakan percepatan ekonomi jawa barat dimasa pandemi Covid-19 yang sudah diserukan oleh gubernur. Agar komunikasi antara setiap penelitian dapat saling terhubung maka akan dibuat perancangan Sistem komunikasi Multihop dengan teknologi WiFi 802.11ac sebagai core networknya yang dirasa sangat penting untuk menunjang tujuan kegiatan penelitian teknologi dan percepatan pemulihan ekonomi di sektor 6 sungai citarum.

2. Konsep Perancangan

2.1 Transmisi Microwave

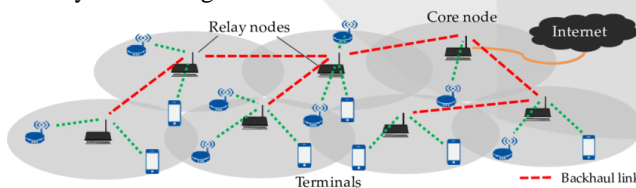
Komunikasi gelombang mikro (*microwave*) adalah untuk mentransmisikan informasi dari suatu tempat ke tempat lain tanpa adanya interupsi sampai ke penerima dengan jelas[9]. Sistem Komunikasi *Microwave* terdiri atas 2 bagian yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*).



Gambar 1 Propagasi LOS[9]

2.2 Perencanaan Jaringan Backhaul

Backhaul adalah suatu jalur atau link yang menghubungkan dari suatu BTS ke suatu *Core Network* (CN) untuk mengambil trafik dari BS tersebut dan dihubungkan ke CN, dan juga dapat juga diartikan sebagai penghubung antar BTS sebelum nantinya terhubung ke *Core Network*.



Gambar 2 Jaringan Backhaul

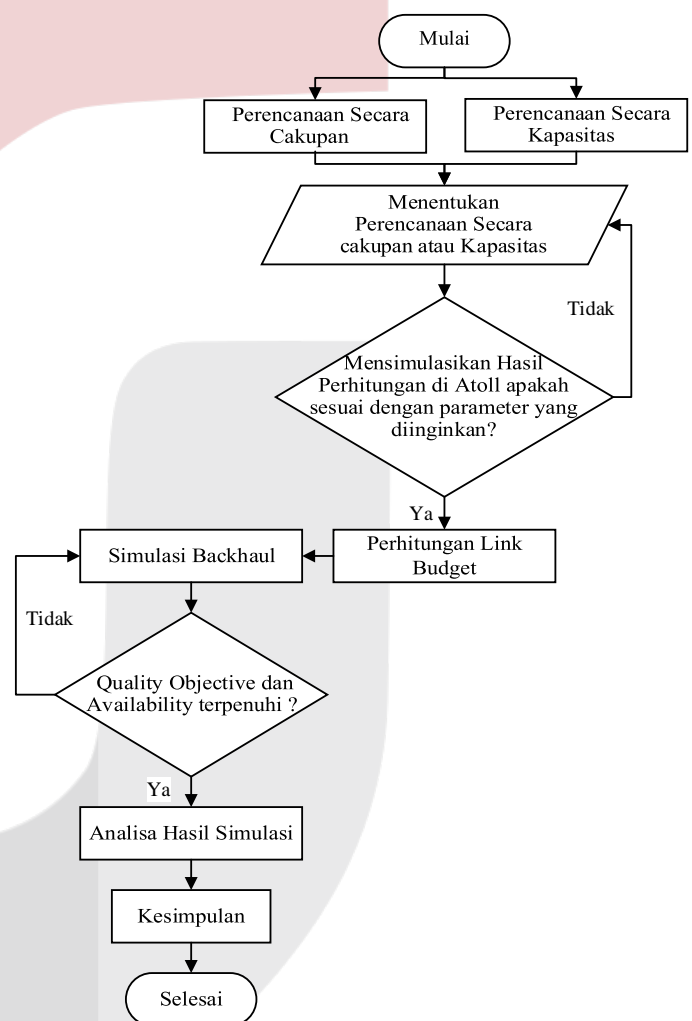
3. Perancangan Sistem

Proses pengerjaan tugas akhir mulai dari pengumpulan data berupa referensi terkait dengan WiFi dan *Backhaul Microwave*. Kemudian

melakukan validasi data *Access Point Existing* sepanjang aliran sungai Citarum Sektor 6.

3.1 Diagram Alur Penelitian

Dilakukan dari tahapan melakukan perencanaan jaringan akses WiFi 802.11ac. Dalam perencanaan jaringan akses terdapat dua jenis perencanaan yaitu *capacity planning* dan *coverage planning*. akan didapatkan jumlah BTS yang digunakan dalam perencanaan meliputi perhitungan *path loss link budget* yaitu untuk mengetahui pelemahan sinyal yang terjadi antara *user* dengan BTS sehingga dapat ditentukan maksimal jarak antar BTS. Perencanaan yang kedua adalah perencanaan jaringan backhaul dilakukan perhitungan link budget seperti perhitungan *Line Of Sight (LOS)*, *Fresnel Zone*, *Free Space Loss (FSL)*, *Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)*, *Receive Signal Level (RSL)*, *Fading Margin*, *Nilai Quality Objective dan Availability*

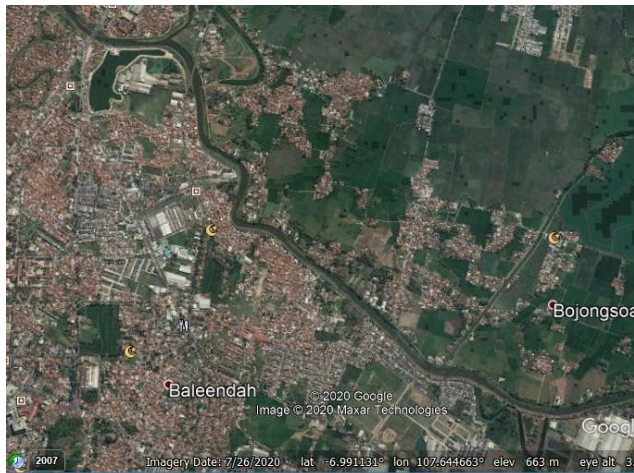


Gambar 3 Alur Penelitian

3.2 Deskripsi Wilayah Perencanaan

Berdasarkan data yang diperoleh dari Balai LK Puslitbang SDA sungai citarum yang memiliki luas kurang lebih 12.000 Km² dan mencakup 13 wilayah administrasi di lingkungan Provinsi Jawa Barat, salah satunya adalah sektor 6 yang memiliki panjang 12. Perencanaan yang mempertimbangkan jumlah user yang melakukan akses terhadap access point sehingga

bisa diketahui nilai dari trafik yang dibutuhkan untuk mengakomodasi trafik jaringan WiFi 802.11ac di wilayah tersebut. Berdasarkan data BPS, *planning* yang akan dilakukan pada sektor 6 citarum harum adalah 19 km². Jumlah penduduk di sektor 6 Citarum Harum sekitar 151.426 Jiwa.



Gambar 4 Peta daerah aliran sungai citarum

Sektor 6 sungai citarum juga merupakan salah satu dari program pemerintah yang dijadikan tempat untuk berbagai penelitian dan pengabdian masyarakat khususnya oleh mahasiswa Universitas Telkom serta untuk mewujudkan program pemerintah Jawa Barat untuk percepatan pertumbuhan ekonomi Jawa Barat di masa pandemi. Perancangan jaringan backhaul untuk sistem komunikasi WiFi 802.11ac di sektor 6 citarum harum suburban dimana kepadatan penduduk tidak terlalu tinggi.

Sektor 6 dihuni oleh penduduk yang tersebar di 6 desa. Penyebaran penduduk di tiap tiap kecamatan dapat dilihat pada tabel 4 Pada Tabel 4 adalah jumlah penduduk secara keseluruhan yang nantinya akan dilakukan filter terhadap penduduk yang berusia produktif (di atas 16 tahun).

Tabel 1 Data Penduduk Sektor 6

Desa / Kelurahan	Luas Km2	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah	Kepadatan jiwa/km
Andir	3,71	14590	13975	28565	7699
Baleendah	4,02	12554	12854	25108	6320
Bojongsari	5,13	6791	6727	13518	2635
Bojongsong	7,56	8878	11291	20169	2667
Manggahang	6,68	25102	23655	48757	7298
Sukamekti	3,03	7604	7405	15009	4953

3.3 Estimasi Jumlah User

Perencanaan yang mempertimbangkan jumlah user yang melakukan akses terhadap *access point* sehingga bisa diketahui nilai dari trafik yang dibutuhkan untuk mengakomodasi trafik jaringan WiFi 802.11ac di wilayah tersebut. Untuk melakukan perencanaan jaringan dibutuhkan. Perancangan

jaringan berdasarkan kapasitas membutuhkan parameter antara lain jumlah penduduk pada beberapa tahun ke depan, tingkat pertumbuhan penduduk, jumlah penduduk usia produktif, *market share operator*, serta penetrasi dari jaringan LTE di wilayah perencanaan. Berikut adalah parameter dari suatu jaringan LTE arah *downlink* yang digunakan dalam perencanaan ini.

Tabel 2 Jumlah Penduduk

Penduduk (jiwa)	Tahun				
	2020	2021	2022	2023	2024
Sektor 6	151.426	182.227	199.902	219.293	240.563

Tabel 3 Estimasi Jumlah User

Parameter	Nilai	Keterangan
Jumlah Penduduk	240.563	Tahun 2024
Penduduk Usia Produktif (2024)	178.017	71,34% dari jumlah penduduk
Pertumbuhan Penduduk	1,2%	Forecast untuk 5 tahun
Market Share	42%	Operator X
Penetrasi WiFi	90 %	Asumsi
Total Target User	67.290	Jiwa

Terdapat 20 buah site yang dapat digunakan untuk mengakomodasi trafik di sektor 6 citarum. Site ini merupakan *site existing* dengan rincian sebagai berikut pada tabel 4 dan site ini yang digunakan pula dalam perencanaan jaringan *backhaul*.

Tabel 4 Koordinat Site Existing

Site Name	Longitude	Latitude
ADIPATIAGUNGDLML	107,62234	-7,0004
BALEENDAHML	107,62059	-7,00557
BUKITMUNJULML	107,65303	-7,01664
CIJERUKBDGML	107,64041	-7,00207
CISANGKUYDYHKOLOTML	107,6226	-6,991016
BOJONGSARIBDGML	107,6487	-7,0017
SSUNDAYANAML	107,63799	-7,00847
LANGGADIREJAML	107,62572	-6,99584
AKSANARANATAML	107,6254	-7,006138
KEIMANGGAHANGML	107,647	-7,01552
MEKARSARIENDAHML	107,6356	-7,004615
KPCIGEMBARML	107,6331	-6,99686
KPCIPICUNGML	107,63619	-7,01235
KPKULALETML	107,6199	-6,9968
KPMANGGAHANGML	107,64604	-7,0194
KPSADANGSARIML	107,61317	-6,99114

LANDEANGIRANGML	107,61654	-7,00515
LASWIBLENDAHML	107,64236	-7,01454
SIPATAHUNANML	107,6317	-7,01079
TRSBOJONGSNGML	107,6308	-7,003694

Availability Jaringan Backhaul WiFi

3.3 Spesifikasi Perangkat

Untuk mendukung perancangan backhaul, diperlukan sebuah perangkat yang sesuai dengan kebutuhan kapasitas dan mendukung frekuensi kerja yang digunakan. Ditinjau dari kebutuhan kapasitas link sebesar 180 Mbps dan kebutuhan frekuensi kerja 5,8 GHz, maka dipilihlah perangkat Huawei H32 V32

Tabel 5 Spesifikasi Antena H32 V32 G14

Huawei RTN 980		
Manufacture	HUAWEI	
Model	27010906	
Frequency Range	5150 MHz	5850 MHz
Data Rate	180 Mbps	
Radio Capacity	165 Mbps	
Modulation	64 QAM	
Tx Power	30 dBm	
Rx Threshold	-79 dBm	
Dimension (mm)	H x W x D: 220 x 120 x 25	



Gambar 5 Huawei H32 V32 G14

4. Hasil dan Analisis

1. Metode analisis yang digunakan akan membandingkan hasil perhitungan dengan simulasi pada *software* perencanaan jaringan. Dengan parameter yang diamati yaitu Analisis Perencanaan Jaringan Akses secara Cakupan (*Coverage Planning*)
2. Analisis Perencanaan Jaringan Akses Secara Kapasitas (*Capacity Planning*)
3. Analisis Unjuk Kerja Parameter *Received signal strength indicator* (RSSI)
4. Analisis Perencanaan Jaringan *Backhaul* yang mendukung *WiFi*.
5. Analisis Parameter *Quality Objective* dan

4.1 Coverage Planning

Pada perencanaan jaringan secara cakupan tujuannya adalah mengetahui kebutuhan site pada suatu wilayah layanan dengan menggunakan metode cakupan maka dilakukan dengan memperhatikan kemampuan *wifi* dalam radius wilayah yang akan dilayani dan juga mengestimasi pelemahan maksimal yang terjadi antara UE dengan BTS sehingga dapat diketahui kerja dengan maksimal. Pelemahan itu biasa disebut dengan *maximum allowed path loss* (mapl)

Tabel 6 *Link Budget Downlink*

Downlink	
Transmitter – Access Point	
Max Total Tx Power (dBm)	36
Tx Antena Gain (dBi)	11
Tx Cable Loss (dB)	3
EIRP (dBm)	47
Receiver – UE	
Receiver Sensitivity (dBm)	-90
UE Antena Gain (dBi)	0
MAPL (dB)	134

Berdasarkan data perangkat Huawei AP4050DN, hasil perhitungan *link budget* dari arah *downlink* dapat kita lihat pada Tabel 6 pada arah *uplink* menghasilkan nilai MAPL sebesar 134 dB.

Tabel 7 Perhitungan *Link Budget Uplink*

Uplink	
Transmitter – UE	
Max Total Tx Power (dBm)	36
Tx Antena Gain (dBi)	0
Tx Cable Loss (dB)	0
EIRP (dBm)	36
Receiver – UE	
Receiver Sensitivity (dBm)	90
UE Antena Gain (dBi)	11
MAPL (dB)	137

Pada Tabel 7 Dari hasil perhitungan *link budget*, nilai MAPL terkecil yang akan digunakan untuk menghitung kebutuhan radius dan jumlah sel. Seperti yang terlihat pada Tabel nilai MAPL *uplink* yang akan digunakan adalah 137 dB.

4.2 Capacity Planning

Perencanaan Secara Kapasitas Pada Jaringan Akses Menghitung Mengenai Jumlah Perhitungan Trafik yang ada Di wilayah sektor 6 citarum.

Tabel 8 *Single User Throughput*

Traffik Parameter	Throughput (Kbps)/ Sesion	
	UL	DL
VoIP	0,133	0,133
Video Phone	0,014	0,014
Video Conference	0,347	0,347
Streaming Media	0,009	0,009
IMS Signaling	0,005	0,005
Web Browsing	0,208	0,834
File Transfer	1,042	5,558

Email	0,043	0,069
-------	-------	-------

Setelah Mendapatkan Nilai *Throughput* Layanan Selanjutnya untuk Mencari nilai Dari *Single User Throughput*. *Throughput* yang dimaksud adalah rata-rata yang dibutuhkan Untuk satu hari pada jam sibuk

Tabel 9 *Throughput Per Session*

Traffik Parameter	Throughput (Kbps)/ Sesion	
	UL	DL
VoIP	0,133	0,133
Video Phone	0,014	0,014
Video Conference	0,347	0,347
Streaming Media	0,009	0,009
IMS Signaling	0,005	0,005
Web Browsing	0,208	0,834
File Transfer	1,042	5,558
Email	0,043	0,069

Setelah melakukan perhitungan *Single User Throughput*, maka selanjutnya melakukan perhitungan *Network Throughput*. *Network Throughput* Merupakan *throughput* yang mempertimbangkan jumlah *user* dalam daerah perencanaan. Untuk memperhitungan *Network Throughput* menggunakan Persamaan (5) diperoleh nilai *Network Throughput UL* 121,18 Mbps dan *Network Throughput DL* 470,69 Mbps.

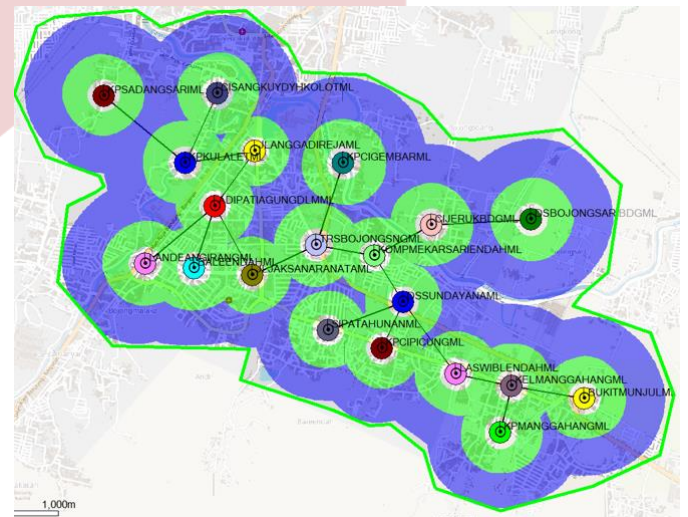
kapasitas sel dihitung untuk mempertimbangkan kebutuhan BTS. untuk menghitung kapasitas sel dibutuhkan beberapa parameter yang sudah ditentukan pada saat melakukan perencanaan seperti *bandwidth* yang digunakan adalah 40 mhz, untuk kapasitas arah *uplink* menggunakan modulasi qpsk 1/2 dengan *code rate* 0,5, dan *code bit* 2 sedangkan kapasitas arah *downlink* menggunakan modulasi 16 qam 1/2 dengan *code rate* 0,5 dan *code bit* 4.

Dengan menggunakan spesifikasi tersebut maka kapasitas sel arah *downlink* dan dapat dicari menggunakan persamaan (4) diperoleh *DL Capacity* 23,99 Mbps. Sedangkan untuk arah *Uplink* Menggunakan Persamaan (4) diperoleh nilai *UL Capacity* 14,39 Mbps. Jumlah WiFi Site yang dibutuhkan untuk melayani trafik di daerah perencanaan dapat menggunakan persamaan (5) dan (6) diperoleh nilai *WiFi Site DL* 20 site dan *WiFi Site UL* 9 site. Setelah mempertimbangkan kebutuhan BTS untuk melayani trafik di sektor 6 citarum harum, dibutuhkan nilai *pathloss* atau pelemahan yang nilainya didapatkan dari nilai kapasitas. Untuk mencari nilai *Pathloss* dibutuhkan nilai dari radius sel dari kapasitas dapat dicari dengan persamaan (7) sehingga didapat *Network throughput/Km²* adalah 24.773.344 bps/Km².

Dengan diketahui radius sel, maka dapat diketahui juga nilai *Pathloss* dari perencanaan secara kapasitas dengan *Bandwith* 40 Mhz dan Frekuensi 2400 Mhz dan dipatkan nilai dari radius sel sebesar 0,6 Km maka untuk menghitung nilai *pathlossnya* adalah dengan menggunakan Model propagasi *Erceg-Greenstein (SUI)* dimana nilai L diperoleh sebesar 132,98 dB.

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *pathloss* dari perencanaan secara kapasitas lebih kecil dibandingkan dengan nilai *pathloss* dari perencanaan secara *coverage*. Nilai dari *pathloss* dari perencanaan berdasarkan kapasitas sebesar 132,89 dB sedangkan nilai *pathloss* dari perencanaan berdasarkan cakupan sebesar 134 dB

4.3 Analisa Received Signal Strength Indicator (RSSI)

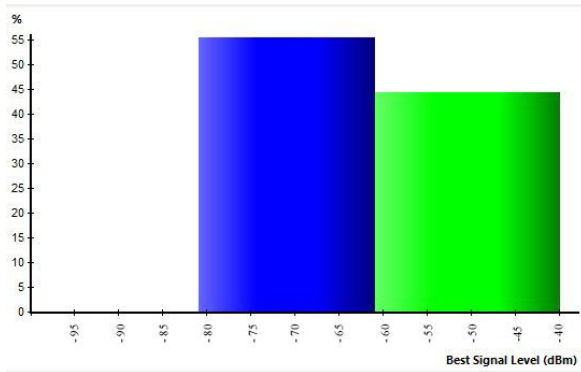


Gambar 6 Prediksi *Received signal strength indicator*

Received signal strength indicator (RSSI) adalah Suatu Parameter yang digunakan untuk melihat daya sinyal yang dapat menjangkau pada daerah tertentu.[17] . Terdapat 3 warna yang digunakan untuk menunjukkan nilai RSSI dari simulasi, pertama hijau ada pada kondisi RSSI yang bagus dengan nilai > -60 dBm, biru masuk ke dalam kondisi normal dengan nilai - 60 dBm hingga -80 dBm sedangkan warna kuning untuk kondisi buruk dengan nilai <-80 dBm.

Tabel 10 Rentang Nilai RSSI[7]

Nilai	Keterangan	Warna
> -60 dBm	Baik	Hijau
-60 dBm s/d -80 dBm	Normal	Biru
< -80 dBm	Buruk	Kuning

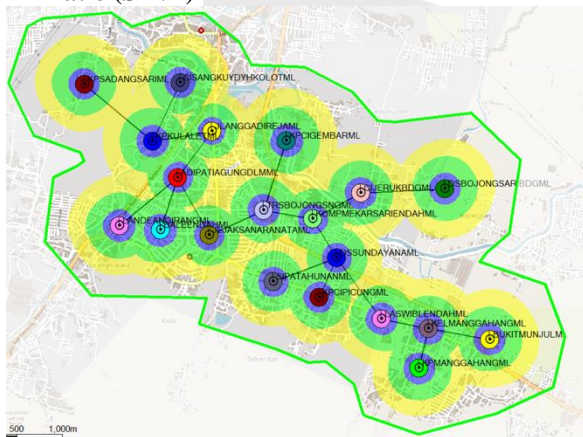


Gambar 7 Histogram RSSI

Menunjukkan tampilan histogram, Histogram digunakan untuk mempermudah pembacaan nilai dari RSSI yang dihasilkan. Pada garis Vertikal menunjukkan nilai persentase keberhasilan dari area yang dilayani (%) sedangkan Garis Horizontal menunjukan Nilai dari *Signal Level* (dBm). Pada

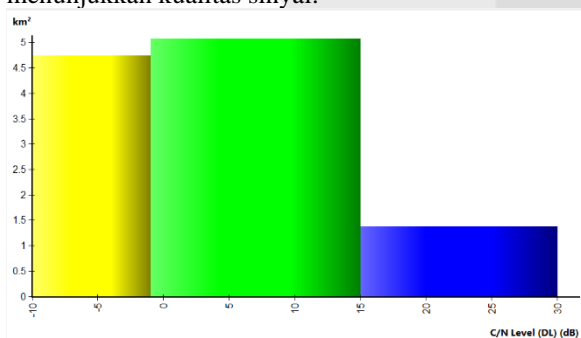
gambar 4.2 dapat dilihat bahwa Grafik warna Hijau memiliki rentang nilai -40 dBm sampai dengan -60 dBm melayani dengan luas 45 % daerah dari perencanaan. Dan sisa dari grafik berwarna Biru dengan nilai -61 dBm sampai dengan -80 dBm dengan luas 55% daerah dari perencanaan. Dengan demikian pada Perencanaan menggunakan simulasi masih dalam kategori baik karena area berada pada rentang nilai -40 dBm sampai dengan -80 dBm.

4.4 Analisa Parameter Signal Interference Noise Ratio (SINR)



Gambar 8 Prediksi *Signal Interference to Noise Ratio*

SINR adalah perbandingan kuat sinyal dibanding noise background. SINR digunakan untuk menunjukkan kualitas sinyal.



Gambar 9 Histogram SINR

Dapat dilihat garis horizontal adalah rentang nilai dari SINR tersebut, sedangkan garis vertikal

menunjukkan daerah yang terlayani (km²). pada daerah Citarum Sektor 6, yang terlayani oleh SINR dengan nilai -10 hingga 0 sebesar kurang lebih 4.7 km² ditunjukkan dengan grafik berwarna kuning, grafik berwarna hijau yaitu dengan rentang nilai 1-16 dB melayani daerah dengan luas kurang lebih sebesar 5.06 km² dan sisanya daerah tersebut dilayani oleh SINR dengan warna biru yang berarti memiliki nilai lebih dari 16-30 dB sebesar 1.37 km². Sedangkan area yang blankspot sekitar 3.15 km.

4.6 Analisa Perencanaan Jaringan *Backhaul's Wifi*

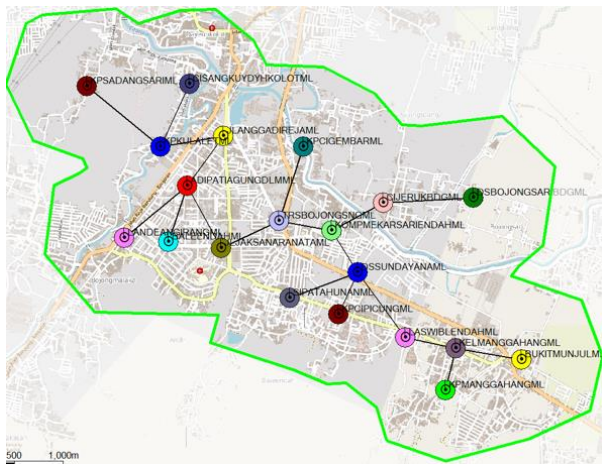
Pada perancangan simulasi, karena tidak menggunakan data dari perusahaan manapun sehingga untuk standar performansi ditentukan secara manual, standar performansi yang diinginkan yaitu BER 10^{-6} dan *link Availability* adalah 99,9999%, kapasitas setiap node adalah 90 Mbps, maka untuk backhaul dibutuhkan kapasitas backhaul yang lebih besar. Pada perancangan simulasi data rate yang diperhitungkan untuk dapat dicapai kapasitas backhaul adalah 180 Mbps dengan menggunakan modulasi 16 QAM dan code rate $\frac{1}{2}$. Untuk itu perlu dicari tahu nilai dari C/N yang dibutuhkan agar performa tersebut tercapai. Untuk Mencari Nilai dari C/N dapat menggunakan persamaan (2.23) diperoleh nilai $C_N^{req} = -79,42 \text{ dBm}$.

Berdasarkan Perhitungan Maka untuk mencapai data rate 90 MBps Menggunakan Modulasi QAM dengan code rate $\frac{1}{2}$ dan bandwidth yang digunakan 40 MHz dibutuhkan daya terima minimal sebesar -79,42 dBm. Nilai ini pada simulasi dijadikan Nilai *threshold* yang mana menjadi salah satu parameter keberhasilan dari link backhaul di sektor 6 citarum. Jadi Sebuah link *WiFi* dikatakan berhasil apabila mendapatkan nilai *Availability* sebesar 99,999% dan daya terima lebih besar dari nilai *threshold*.

Tabel 11 Initial ID Untuk Tiap Hop

MULTIHOP	ID
KOMPMEKARSARIENDAHTML-CIJERUKBDGML	A
KOMPMEKARSARIENDAHTML-DSSUNDAYANAML	B
CIJERUKBDGML-DSBOJONGSARIBDGML	C
DSSUNDAYANAML-SIPATAHUNANML	D
DSSUNDAYANAML-KPCIPICUNGML	E
DSSUNDAYANAML-LASWIBLENDAHML	F
KOMPMEKARSARIENDAHTML-TRSBOJONGSNGML	G
TRSBOJONGSNGML-KPCIGEMBARMML	H
TRSBOJONGSNGML-JLJAKSANARANATAML	I

LASWIBLENDAHML- KELMANGGAHANGML	J
KELMANGGAHANGML- BUKITMUNJULML	K
KELMANGGAHANGML- KPMANGGAHANGML	L
JLANGGADIREJAML- ADIPATIAGUNGDLMML	M
ADIPATIAGUNGDLMML- JLJAKSANARANATAML	N
ADIPATIAGUNGDLMML- BALEENDAHML	O
ADIPATIAGUNGDLMML- LANDEANGIRANGML	P
KPKULALETML- JLANGGADIREJAML	Q
KPKULALETML- CISANGKUYDYHKOLOTML	R
KPKULALETML- KPSADANGSARIML	S



Gambar 10 Link Backhaul

Pada gambar 10 merupakan gambar dari Perencanaan link backhaul. Pada perencanaan ini link backhaul dibuat dengan topologi star dimana site KOMPMEKARSARIENDAHML, LASWIBLENDAHML, JLANGGADIREJAML, KPKULALETML Menjadi site pengumpul atau Site agregasi. Site Agregasi adalah site yang digunakan untuk Menampung trafik dari Jaringan untuk kemudian di transfer ke core. Penentuan Site agregasi karena site berada di tengah sehingga mudah untuk menghubungkan dengan site lain

Hasil report dari simulasi backhaul dapat di lihat dari tabel 12 Sebagai berikut :

Tabel 12 Report dari simulasi

Ho P	FSL	EIRP	EIRP	RSL	FM(dB)
	(dB)	(dBm)	(dBm)	(dBm)	
A	103,13	28,97	26,72	-75,99	6,01
B	101,62	25,76	28,72	-77,15	4,85
C	106,9	26	32,54	-77,31	4,63

D	105,04	32,69	24,74	-77,63	4,73
E	101,14	23,4	28,72	-78,33	3,67
F	106	27,4	30,72	-77,9	4,1
G	102,36	25,05	27,52	-78,09	3,91
H	105,68	29,1	29,72	-77,18	4,82
I	103,96	28,27	28,72	-77,28	4,72
J	102,04	25,89	25,89	-77,57	4,43
K	104,27	27,34	29,72	-77,52	4,48
L	100,56	25,72	25,72	-77,13	4,87
M	103,26	25,52	30,72	-77,68	4,32
N	104,8	27,22	29,22	-77,37	4,63
O	103,26	29,04	27,72	-77,51	4,49
P	106,02	32,54	25,9	-76,89	5,11
Q	103,96	28,38	28,72	-77,14	4,86
R	105,64	28,43	29,97	-76,45	5,55
S	107,4	33,04	25,73	-77,85	4,15

Pada Tabel 13 erupakan hasil dari Perhitungan Link budget dari keseluruhan Link hop yang digunakan sebagai perencanaan backhaul..

Tabel 13 Perhitungan Link Budget

Hop	FSL (dB)	EIRP (dB)	IRL (dBm)	RSL (dBm)	FM(dB)
A	103,25	29,04	-74,21	-75,17	3,82
B	101,68	29,04	-72,64	-73,60	5,39
C	106,96	29,04	-77,92	-78,88	0,11
D	105,11	29,04	-76,07	-77,03	1,96
E	101,21	29,04	-72,17	-73,15	5,86
F	106,06	29,04	-77,02	-77,98	1,01
G	102,43	29,04	-73,39	-74,35	4,64
H	105,74	29,04	-76,70	-77,66	1,33
I	104,03	29,04	-74,70	-75,95	3,04
J	102,10	29,04	-74,99	-74,02	4,97
K	104,34	29,04	-73,06	-76,26	2,73
L	100,62	29,04	-75,30	-72,54	6,45
M	103,67	29,04	-71,58	-75,59	3,40
N	104,86	29,04	-74,63	-76,78	2,21
O	103,33	29,04	-75,82	-75,25	3,74
P	106,08	29,04	-74,29	-78,00	0,99
Q	104,00	29,04	-77,04	-75,92	3,07
R	104,70	29,04	-74,66	-76,62	2,37
S	107,47	29,04	-78,43	-79,39	0,39

Pada Tabel 12 dan Tabel 13 merupakan Hasil dari Simulasi dan Perhitungan link budget, akan tetapi terdapat sellisih dari beberapa parameter- paramter yang disebabkan karena berbeda nilai Dari EIRP dan RSL Pada Perhitungan dan Simulasi, akan tetapi Hasil dari Perhitungan dan Simulasi masih dikatakan bagus untuk nilai RSL atau daya terima sinyal berada Masih besar daripada nilai Threshold atau nilai ambang batas.

4.8 Analisis Quality Objective dan Availability

Pada Parameter *Quality Objective* dan *Availability* merupakan Parameter utama dalam Perancangan *Link backhaul* adalah *Quality Objective* atau Nilai daya terima sinyal minimum yang harus dicapai suatu link sedangkan *availability* atau kehandalan sistem. Untuk menghitung *Availability* dapat di asumsikan frekuensi kerja yang digunakan sebesar 5,8 GHz. Untuk Mendapatkan Nilai dari *Availability* Perlu diketahui dari *unavailability*. *Unavailability* atau Ketidakhandalan sistem dalam memberikan pelayanan Sehingga besarnya nilai *unavailability*

Tabel 14 Perbandingan Simulasi & Perhitungan

Hop	Availability (%)		Quality (dBm)	
	Simulasi	Hitung	Simulasi	Hitung
A	99,999856	99,99	-75.99	-75,17
B	99,999876	99,99	-77.15	-73,6
C	99,999587	99,99	-77.31	-78,88
D	99,999656	99,99	-77.63	-77,03
E	99,999746	99,99	-78,33	-73,13
F	99,999144	99,99	-77.9	-77,98
G	99,999665	99,99	-78.09	-74,35
H	99,999696	99,99	-77.18	-77,66
I	99,999735	99,99	-77.28	-75,95
J	99,999637	99,99	-77.57	-74,02
K	99,999479	99,99	-77.52	-76,26
L	99,999726	99,99	-77.13	-72,54
M	99,99934	99,99	-77.68	-75,59
N	99,999465	99,99	-77.37	-76,78
O	99,999548	99,99	-77.51	-75,25
P	99,999864	99,99	-76.89	-78
Q	99,999004	99,99	-77.14	-75,92
R	99,999807	99,99	-76.45	-76,62
S	99,99961	99,99	-77.85	-793,91

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Pembahasan mengenai Analisa Perencanaan *Backhaul* Untuk Jaringan *WiFi 802.11 ac* maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari Hasil Perhitungan dengan menggunakan *capacity planning* dibutuhkan sebanyak 20 site untuk mengakomodasi trafik di sektor 6 citarum harum.
2. Parameter *Received signal strength indicator* (RSSI) Mempunyai nilai rata-rata simulasi sebesar 45,76 dB dan Masih dalam kategori baik.
3. Parameter yang paling mempengaruhi pada Nilai *Availability* adalah *Quality* atau *Receive Signal*

Level , semakin besar nilainya Maka semakin Bagus juga Nilai *Availability*.

4. Nilai *Availability* rata-rata diperoleh 99,9999% dari Hasil Perhitungan Maupun simulasi.
5. Dari Hasil Simulasi Maupun Perhitungan RSL atau daya terima setiap *link hop* yang berada di sektor 6 citarum harum lebih besar dari -79 dBm yang artinya *Quality Objective* terpenuhi.

5.2 Saran

Setelah Melakukan Perencanaan Simulasi dan analisa mengenai tugas akhir ini masih terdapat kelemahan dan kekurangan yang dapat dijadikan penelitian lebih lanjut sebagai berikut :

1. Melakukan simulasi menggunakan *Pathloss 5.0* untuk mempertimbangkan obstacle berupa pohon dan gedung dan lain2 karena di atoll belum detail.
2. Melakukan Perhitungan Tekno Ekonomi yang dibutuhkan dalam melakukan perencanaan *WiFi* dan *fiber optik* sehingga dapat membandingkan teknologi yang paling murah dan efisien.

6. Referensi

- [1] B.K Bandung, "Kabupaten Bandung Dalam Angka 2019."
- [2] J.Vartiainen and R. Vuotoniemi, "Interference Suppression and signal Detection for LTE and WLAN Signals in Cognitive Radio Applications," Vol.10,no.1,pp.1-10,2017.
- [3] S. Ozturk, "Capacity limits in Variable duty cycle *IEEE*," pp.425-430,2012, doi: 10.1002/wcm.
- [4] M. Herlich and S. Yamada, "Optimal Distance of Multihop 802.11 WiFi Relays,"*Proc. IEICE Soc. Conf.*, pp. 3-4, 2014.
- [5] Motorola, *LTE RF Planning Guide.*: Motorola, 2011.
- [6] V. Erceg, K.V.S. Hari, M.S. Smith, D.S. Baum et al, "Channel Models for Fixed Wireless Applications", *IEEE 802.16.3 Task Group Contributions* 2001, Feb. 01
- [7] U.K.Usman, *Fundamental Teknologi Selular LTE*. Bandung: Rekayasa Sains, 2011.
- [8] M.Laboratory, "Carrier Agregation Strategy For LTE Advanced Radio Network Planning," Universitas Telkom, Bandung.
- [9] Hikmaturokhman A, "Diklat Kuliah Gelombang Mikro," Akatel Shandy Putra Purwokerto, Purwokerto, 2007.
- [10] Roger L, Freeman, *Telecommunication Transmission HandBook*. New york, 1981.
- [11] Hikmahturokhman, A, "Klasifikasi Link WiFi," Akatel Shandy Putra Purwokerto, Purwokerto, 2012.
- [12] Mishra,R, *Advance Celuler Network Planning and Optimisation.*: Nokia Network, 2007
- [13] Roger,L Freeman, *Fundamentals Of Telecommunication*. New York, 1999.

- [14] S.Ariyanti and B.A.Purwanto, "Analisis Kinerja Penggunaan Modulasi QPSK,8PSK,16QAM Modulation," vol. 11, no. No 1, pp. 45-64, 2013.
- [15] Lehpamer,Harvey, *Microwave Transmission Network Planning Design and Deployment*, Mac Graw Hill.
- [16] Azhar, Muhammad, "Analisa Perencanaan *Backhaul* Untuk Jaringan *Long Term Evolution (LTE)* dikota Yogyakarta", ST3 Telkom Purwokerto, 2018.
- [17] Feby Nila, "Analisis RSSI (*Receive Signal Strength Indicator*) terhadap ketinggian Perangkat *WiFi* di Lingkungan *Indoor*" *Jurnal Dasi* Vol.15 no.4, 2014.
- [18] *Huawei, WLAN Outdoor APs Antenna Data Sheet*, Huawei, 2019

