PERANCANGAN JARINGAN MULTIHOP WIFI 802.11ax UNTUK PENINGKATAN DAYA SAING DAERAH SUNGAI CITARUM SEKTOR 7 DI ERA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN SPEKTRUM UNLICENSED 2,4 GHZ DAN 5,8 GHZ

(*WIFI MULTIHOP NETWORK DESIGNING 802.11ax FOR IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF THE SECTOR 7 RIVER IN THE DIGITAL ERA USING UNLICENSED 2.4 GHZ AND 5.8 GHZ SPECTRUM*)

Yusuf Sugiyarto[1], Rina Pudji Astuti[2], Trasma Yunita[3]
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1]**yusufsgy@student.telkomuniversity.ac.id,** [2] **rinapudjiastuti@telkomuniversity.ac.id,**
[3]**trasmayunita@telkomuniversity.ac.id**

Abstrak

Fokus Pemerintah Jawa Barat di 2021 yaitu Peningkatan Daya Saing Daerah Melalui Percepatan Pemulihan Ekonomi dan Penguatan Sistem Kesehatan Daerah. Dengan adanya pemanfaatan Sungai Citarum sebagai lahan riset diharapkan dapat membantu akselerasi perkembangan Ekonomi Jawa Barat khususnya di Citarum Sektor 7, disamping hal itu kondisi saat ini Sungai Citarum sedang dilaksanakan proyek Citarum Harum, namun belum ada komunikasi internet sebagai penunjang dalam operasionalnya.

Dengan adanya fasilitas internet akan menciptakan komunikasi setiap penelitian dapat saling terhubung. Dalam hal ini, penulis menggunakan teknologi WiFi dengan frekuensi unlicensed yaitu 2400MHz dan 5800MHz. Pemilihan teknologi WiFi akan menjadi solusi bagi masyarakat karena teknologi ini paling banyak digunakan dimasyarakat. Penulis mengintegrasikan komunikasi WiFi dengan Teknik multihop untuk koneksi antar akses point.

Hasil simulasi diperoleh total jumlah akses poin WiFi di Sektor 7 Citarum sebanyak 26 Site, dengan 14 Multihop, pada penggelaran ini dicapai luasan coverage sebesar 93.3% dari keseluruhan wilayah sector 7, nilai rata-rata SINR sebesar -55.62 dBm Total kebutuhan throughput 121659 Mbps untuk keseluruhan wilayah sector 7 dipenuhi menggunakan bandwith sebesar 160MHz dan modulasi 1024 QAM. Kondisi geografis di Citarum Sektor 7 yang relative tidak rata, sangat berpengaruh terhadap hasil cakupan dari akses poin sehingga penulis perlu menyesuaikan lokasi, ketinggian dan besaran daya pancar agar hasil cakupan dapat optimal.

Kata Kunci : WiFi, *Internet of Things*, Citarum, *Unlicensed Spectrum*.

Abstract

The focus of the West Java Government in 2021 is increasing regional competitiveness through accelerating economic recovery and strengthening the regional health system. With the use of the Citarum river as a research area, it is hoped that it can help accelerate the economic development of West Java, especially in Citarum Sector 7, besides that the current condition of the Citarum river is being implemented by the Citarum Harum project, but there is no internet communication for sensors in its operations.

With the internet facility will create communication each research can be connected to each other. In this case, the author uses WiFi technology with unlicensed frequencies, namely 2400MHz and 5800MHz. The choice of WiFi technology will be a solution for the community because this technology is the most widely used in the community. The author integrates WiFi communication with multihop technique for connection between access points.

The simulation results obtained a total number of WiFi access points in Sector 7 Citarum as many as 26 sites, with 14 Multihops, at this deployment a coverage area of 93.3% was achieved from the entire sector 7 area, an average SINR value of -55.62 dBm. Total throughput requirement of 121659 Mbps for The entire sector 7 area is filled using a bandwidth of 160MHz and 1024 QAM modulation. Geographical conditions in Citarum Sector 7, which are relatively uneven, greatly affect the results of the coverage of the access points, so the authors need to adjust the location, height and magnitude of the transmit power so that the coverage results can be optimal.

Kata Kunci : *WiFi, Internet of Things, Citarum, Unlicensed Spectrum.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dalam kurun waktu dua dekade ini, 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[1].Diperlukannya pengembangan ekonomi digital membutuhkan penggelaran infrastruktur yang murah dan mudah.

Terkait faktor pengembangan ekonomi digital, pada jaman teknologi sekarang ini internet adalah faktor primer yang digunakan oleh masyarakat. Pada penelitian sebelumnya terkait penggunaan teknologi WiFi *Multihop* menggunakan *access point to access point* dengan jarak yang didapatkan antar akses point sebesar 20-100m antar *accesspoint*. Sedangkan untuk penggelaran jaringan kondisi aktual daerah Sungai Citarum sektor 7 ini termasuk kawasan *suburban*, dan persebaran penduduk yang berkelompok-kelompok[2]. Teknologi WiFi *Multihop* akan diterapkan pada perencanaan ini.

Agar komunikasi antara setiap user dapat saling terhubung penulis menggunakan teknologi WiFi 802.11ax dengan frekuensi unlicensed 2,4 GHz untuk komunikasi end-user dikarenakan teknologi yang paling banyak digunakan dimasyarakat dan menggunakan frekuensi 5,8 GHz untuk *backhaul multihop*nya, spektrum 2,4 GHz dan 5,8 GHz termasuk ke ISM Band (*Industrial , Science, Medical*) yang memang tidak dipungut biaya sewa hak guna frekuensi, ketimbang teknologi seluler dengan *spectrum licensed* yang memerlukan biaya sewa[3].

1.2 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat dari tugas akhir ini yaitu :

1. Menghasilkan perancangan sistem komunikasi *multihop* yang efisien untuk mendukung penelitian dan ekonomi digital di sektor 7 bantaran Sungai Citarum.
2. Memahami cara kerja sistem komunikasi *multihop* di sektor 7 bantaran Sungai Citarum.
3. Memberikan hasil analisis geografis,dan cakupan performansi dari penggelaran jaringan WiFi 802.11ax 2,4 GHz.
4. Melakukan analisis dan mengoptimasi jaringan yang terdampak *blankspot* pada area di sekitar Sungai Citarum sektor 7.

1.3 Rumusan Masalah

Batasan Masalah dalam proposal Tugas Akhir ini antara lain:

1. Perancangan dilakukan untuk sistem komunikasi di sektor 7 bantaran Sungai Citarum.
2. Analisis optimalitas suatu access point, dilakukan dari sudut pandang kapasitas access point (trafik) tersebut dengan menggunakan data demand pada jam sibuk dan data access point
3. Ranah penelitian ini terbatas pada jaringan sensor atau user kearah akses point.

2. Dasar Teori

2.1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep komputasi yang menggambarkan masa depan di mana setiap hari objek fisik akan terhubung ke Internet dan dapat mengidentifikasi dirinya sendiri ke perangkat lain[3]. *Internet of Things* (IoT) adalah jaringan perangkat yang berkomunikasi di antara mereka sendiri menggunakan konektivitas *Internet Protocol* (IP) tanpa campur tangan manusia. Internet dari Ekosistem IoT terdiri dari objek pintar, perangkat cerdas, *smartphone*, tablet, dan lainnya. Jaringan *Internet of Things* (IoT) dijalankan menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID), *Quick Response Code* (QR), sensor atau teknologi nirkabel untuk memungkinkan komunikasi antar perangkat[3]. *Internet of Things* (IoT) adalah revolusi teknologi yang mewakili masa depan komputasi dan komunikasi, dan perkembangannya membutuhkan dukungan beberapa teknologi inovatif[4].

2.2 Wireless Fidelity (WiFi)

WiFi adalah nama komersial untuk produk 802.11 di ranah *Wireless Local Area Network* (WLAN)[5]. WiFi adalah teknologi komunikasi yang paling banyak digunakan dalam komunikasi era sekarang, dan WiFi umumnya ditemukan di *smartphone*. Selain itu, *hotspot* WiFi adalah Teknologi WiFi

yang memiliki jangkauan transmisi lebih jauh dan kecepatan transmisi lebih tinggi dibandingkan teknologi *Bluetooth*[6].

2.3 IEEE 802.11ax

IEEE 802.11ax yang biasa disebut Wifi 6 merupakan *standard* dari jaringan tanpa kabel (*wirelles networking standard*) yang menggunakan banyak antena untuk meningkatkan *performance*. IEEE 802.11ax dapat berjalan pada frekuensi 2,4 GHz atau 5 GHz. Memiliki konfigurasi *bandwidth* 20MHz, 40 MHz, 80 MHz dan 160 MHz. teknologi ini kompatibel dengan versi 802.11ac, hingga versi 802.11b/g/n.

2.4 Pemanfaatan Sungai Citarum dan Pembangunan Jawa Barat

Terkait Pembangunan di 2021 yaitu Peningkatan Daya Saing Daerah Melalui Percepatan Pemulihan Ekonomi dan Penguatan Sistem Kesehatan Daerah, Gubernur berharap semua daerah bisa menyamakan tema dan fokus, di mana ada peningkatan dan pemenuhan layanan dasar, konektivitas wilayah, pemulihan ekonomi masyarakat, dan penguatan kesehatan masyarakat.

Dengan adanya pemanfaatan Sungai Citarum sebagai lahan riset diharapkan dapat membantu akselerasi perkembangan Ekonomi Jawa Barat.

Pada Sungai Citarum ini telah dibangun 3 (tiga) waduk besar yaitu: Waduk Saguling dibangun tahun 1986 dengan kapasitas 982 juta m3, Waduk Cirata dibangun tahun 1988 dengan kapasitas 2.165 juta m3, dan Waduk Jatiluhur dibangun tahun 1963 dengan kapasitas 3.000 m3. Waduk Jatiluhur merupakan waduk serbaguna dan tertua diantara ketiga waduk yang ada di S.Citarum. Fungsinya meliputi berbagai pemanfaatan yaitu sebagai pasok air baku bagi PDAM di Jakarta (17,5 m3/s), air baku industri (110 m3/s), irigasi yang disalurkan melalui saluran Tarum Barat dan Tarum Timur (600 m3/s dengan areal irigasi 242.000 ha), perikanan (40.000 unit jala apung dan sekitar 12,3 m3/s untuk kolam biasa dan air deras), PLTA (1.387,5 MW), penggelontoran, pengendali banjir dan sarana rekreasi[7].

Luas DAS Citarum kira-kira 7.400 km2, yang secara fisik ekologis terbagi menjadi tiga bagian, yaitu : (a). Bagian hulu memiliki luas 1.771 km2, dengan batas antara Majalaya sampai dengan inlet Waduk Saguling; (b).Bagian tengah dengan luas 4.242 km2, yaitu dari inlet Waduk Saguling sampai dengan outlet Waduk Jatiluhur; (c). Bagian hilir yaitu dari outlet Waduk Jatiluhur sampai dengan muara ke Laut Jawa dengan luas 1.387 km2.

Secara hidrologis, DAS Citarum memiliki curah hujan rata-rata 2.300 mm/tahun, atau debit alirannya mencapai 5,7 milyar m3/tahun. Debit Sungai Citarum sangat berfluktuasi yaitu antara musim hujan dan musim kemarau sangat jauh berbeda. Berdasarkan pengukuran debit di lokasi Nanjung lokasi sebelum masuk Waduk Saguling debit rata-rata Sungai Citarum adalah sekitar 70,67 m3/s. Di DAS Citarum terdapat sangat banyak mata air, di Citarum Hulu saja mempunyai sekitar 400 buah mata air yang mempunyai potensi debit lebih dari 15 m3/s. Berbagai sumber air permukaan baik mata air atau juga badan sungai serta air tanah dangkal banyak dimanfaatkan untuk keperluan domestik, pertanian, perikanan atau juga industri[8].

2.5 Coverage Planning

Perhitungan *link budget* bertujuan untuk mengetahui perkiraan nilai maksimum dari pelemahan sinyal yang masih ditoleransi antara *Access Point* dengan UE atau biasa disebut *Maximum Allowed Pathloss* (MAPL). Oleh karena itu, perhitungan *Link budget* dilakukan pada dua sisi, yaitu *Uplink* dan *Downlink*.

2.6 Model Propagasi

Power link budget uplink dan *downlink* akan menghasilkan nilai pathloss mak- simum yang dapat ditoleransi (MAPL). Selanjutnya adalah menentukan model propagasi yang sesuai dengan band frekuensi yang digunakan pada perancangan. Berdasarkan referensi perangkat huawei yang ditunjukkan pada tabel 1, model yang paling sesuai adalah model Erceg Greenstein. Karena frekuensi yang digunakan 1000MHz – 10GHz.

Tabel 1 Model Propagasi

Propagation Model	Application Condition
Erceg-Grenstein (SUI)	1. Frequency : 1000MHz to 10GHz 2. Cell radius : <10Km 3. AP antenna height 15m to 40m 4. Terminal antenna height 1m to 10m

Disesuaikan dengan ketentuan Erceg Greenstein dengan rentang frekuensi antara 1000MHz to 10GHz, radius site maksimal 20 Km tinggi *Access Point* (AP) antara 30 - 200m dan tinggi antena terminal antara 1 - 10m. Perhitungan untuk model propagasi Erceg-greenstein adalah : [7]

$$L = -7.366 + 26 \log f + 10\, a(Hb)(1+\log d) - a(hr) \quad (2.8)$$

Keterangan :

L	: *pathloss*	[dB]
f	: *frekuensi transmisi*	[MHz]
hb	: tinggi antena *Access Point*	[m]
hr	: tinggi antena penerima	[m]
d	: jarak antara Access Point dengan penerima	[km]
C	: 0 untuk urban dan sub urban dan 3 untuk dense urban	[dB]
a(hr)	: faktor koreksi untuk tinggi antena penerima	[dB]

Faktor koreksi dapat dicari dengan menggunakan persamaan [7] :

$$a(hr) = 10.8 \log(Hr/2) \quad (2.9)$$

$$a(hb) = 4.6 - 0.0075\, Hb + 12.6/Hb \quad (2.10)$$

2.7 Perhitungan Jumlah *Site*

Perhitungan jumlah site berdasarkan radius jangkauan menggunakan luas daerah yang dicakup terhadap luas daerah tinjauan Perhitungan luas site omni dengan persamaan :

$$Lsite = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times d \quad (2.11)$$

dimana Lsite merupakan Luas site dalam satuan km^2 dan d adalah jari-jari site dalam satuan km. $\sum WIFIsite$ adalah Jumlah site yang dibutuhkan pada suatu daerah, Larea merupakan luas daerah yang direncanakan, dan Lsite merupakan luas cakupan site.

2.8 Dimensioning (Capacity Validation)

Proses ini adalah melakukan berapa maksimum kapasitas data yang dilewatkan sesuai dengan jumlah site yang disediakan coverage planning.

2.9 Parameter Analisis Radio

Pada perancangan ini akan menggunakan parameter yang bertujuan untuk menilai baik atau tidaknya sebuah desain j menggunakan parameter SINR dan *throughput*[11].

A. Signal to Interference Ratio (SINR)

Signal to Interference Ratio merupakan rasio perbandingan antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dan *noice* yang timbul[11]. Dalam spesifikasi IEEE *signal to interference ratio* ini tidak terdefinisikan namun ditentukan oleh provider. Pada tabel 2 berikut merupakan nilai SINR berdasarkan KPI yang didapat dari salah satu provider.

Tabel 2 WIFI SINR

SINR(dB)	*Signal Strength*
10 ≤ SINR < 30	*Excellent*
3 ≤ SINR < 10	*Good*
0 ≤ SINR < 3	*Fair*
-20 ≤ SINR < 0	*Poor*

B. Reference Signal Received Power (RSRP)

Reference Signal Received Power (RSRP) adalah Daya dari sinyal referensi atau kuat sinyal yang diterima dalam satuan dBm[11]. Dapat dilihat pada tabel dibawah penjelasanya.

Tabel 3 Tabel Nilai RSRP dan keterangannya

Nilai	Keterangan
-70 dBm to -90 dBm	Good
-91 dBm to -110 dBm	Normal
-111 dBm to -130 dBm	Bad

2.10 Konsep Multihop Network menggunakan 5,8 GHz ISM band

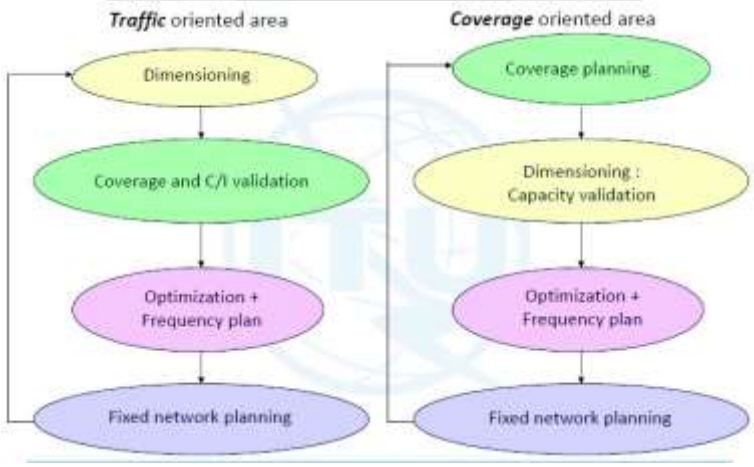
Merupakan jaringan komunikasi selular dengan kemampuan relay, komunikasi multihop dapat melakukan forwarding dimana setiap node mempunyai perannya masing-masing sebagai penghubung akses point[12].

3. Perancangan Jaringan WiFi 802.11

Proses pengerjaan tugas akhir mulai dari pengumpulan data berupa referensi terkait dengan WIFI. Kemudian melakukan validasi data *Access Point existing* sepanjang aliran Sungai Citarum sektor 7. Perancangan ini menggunakan teknik *coverage oriented* dikarenakan tipe trafik yang dilewatkan adalah traffic IoT.

3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Desain sistem seluler dapat kita tentukan menjadi dua tipe pendekatan yakni Perencanaan *capacity* untuk *traffic oriented area* dan perencanaan *coverage* untuk *coverage oriented area* dijabarkan pada Gambar 1 .



Gambar 1 Perencanaan *Traffic* dan *Coverage*

Sumber: Sami Tabbane, "IoT Network Planning", ITU 2016 [32]

Pada Gambar 1 *Traffic oriented area* dikhususkan pada area yang padat pendusuk, sedangkan *coverage oriented area* disesuaikan untuk daerah rural, atau pedesaaan.

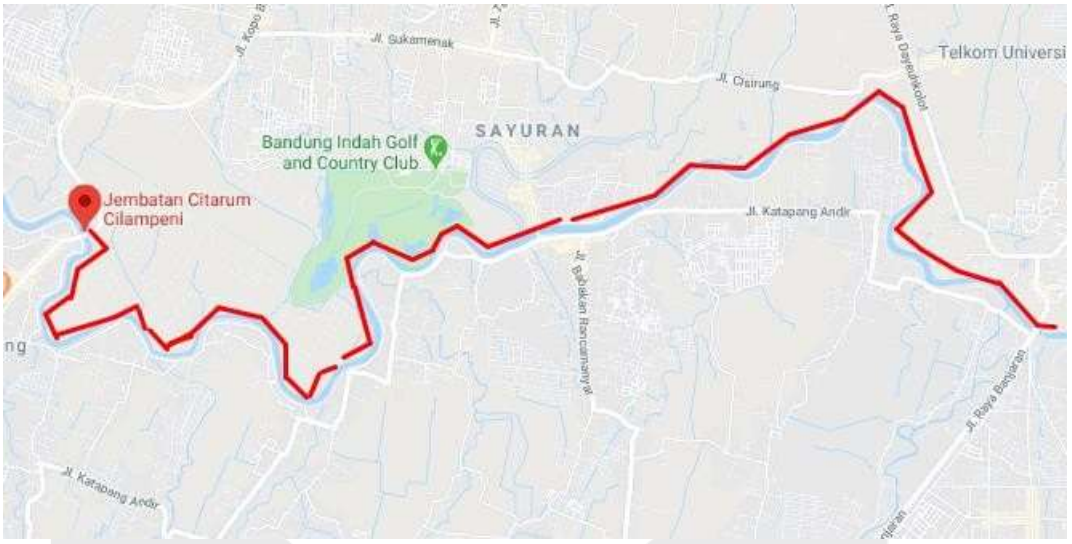
3.2 Perancangan Simulasi Jaringan

Pada penelitian ini dilakukan perancangan jaringan sistem komunikasi dengan *study* kasus bantaran Sungai Citarum sektor 7 terbentang dari Cijagra sampai Jembatan Cilampeni dengan total panjang 10Km. Pada gambar 2 menunjukkan penyebaran *Access Point existing* yang terpasang di pinggir Sungai Citarum sektor 7, penulis melakukan simulasi akses point pada *site existing* untuk meminimalisir pengeluaran biaya terkait pembangunan site baru.

Tabel 4 Daftar *Site Access Point Existing* Operator

Name	Longitude	Latitude
ANDIRKETAPANGML	107.5835694	-6.98756111
BALICOMML	107.57892	-6.99669
BLOKBOJONGKONENGML	107.59669	-6.98831
BOJONGMALAKAML	107.6025	-6.98382
BOJONGPACINGML	107.56298	-6.98296
CANGKUANGKLNML	107.58968	-6.97728
CICUKANGMEKARML	107.55956	-6.97801
CILAMPENIML	107.561872	-6.985925
CILEBAKWTNML	107.59715	-6.98307
CIODENGBDGML	107.610928	-6.984234
CISANGKUYDYHKOLOTML	107.622628	-6.991016
GOLFSULAIMANML	107.57785	-6.9797
JLANGGADIREJAML	107.62572	-6.99584
JLJUNTIHILIRML	107.57019	-6.99311
JLRANCAMANYAR22ML	107.593	-6.98455
KELCILISUNGML	107.58415	-6.97538
KOMPLEKBUDPSAYATIDMTML	107.57398	-6.97703
KPBOJONGASIHML	107.6173	-6.98483
KPCIGEMPOLML	107.61983	-6.9789
KPCILISUNGML	107.62243	-6.98414
KPKULALETML	107.6199	-6.9968
KPSADANGSARIML	107.61317	-6.99114
KPSINDANGSARIKATAPANGBMSML	107.56496	-6.9957
PSDYHKOLOTML	107.62622	-6.98847
RANCAMAYARML	107.5957	-6.99233
SUKAMENAKML	107.61446	-6.97542

Gambar 2 Lokasi BTS *Access Point Existing*



Gambar 3 Rute Aliran Sungai Sektor 7

Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan jaringan WiFi 802.11 ax dengan frekuensi 2,4 GHz menggunakan lokasi tower *existing* dari operator.

Tabel 5 *Link Budget 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)	**137**

Berdasarkan data perangkat Huawei AP4050DN, hasil perhitungan *link budget* dari arah *downlink* dapat kita lihat pada Tabel 5, pada arah *uplink* menghasilkan nilai MAPLDL sebesar 132,46 dB.

Tabel 6 Perhitungan *link budget uplink*

Uplink	
Transmitter- UE	
Max Total Tx Power (dBm)	36
Tx Antena Gain (dBi)	0
Tx Body Loss (dBi)	0
EIRP (dBm)	36
Receiver –Access Point	

Receiver Sensitivity (dBm)	90
Acces Point Antena Gain (dBi)	11
MAPL (dB)	**137**

Pada Tabel 6 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

Selanjutnya adalah menghitung radius site dan menghitung jumlah site yang dibutuhkan di Wilayah Sektor 7 sebesar 19.43km^2 dengan menggunakan persamaan 2.10 dengan model *Erceg-Greenstein (SUI)* dan menghitung jumlah site dengan menggunakan persamaan 2.19

Tabel 7 Hasil perhitungan *planning by coverage*

Site Calculation	
Model Propagasi	Erceg-Greenstein (SUI)
MAPL	137 dB
Radius Sel Omni	0.93 km
Luas Area Sektor 7	19.43 km^2
Jumlah Site	8.55
Jumlah Site (dibulatkan)	9

Network Dimensioning (Capacity Validation)

Kapasitas network yang disediakan satu akses point dapat melayani layanan sebagai berikut berdasarkan sumber Kabupaten Bandung dalam angka disebutkan bahwa kepadatan penduduk sebesar 2075 jiwa/km^2 dengan laju pertumbuhan 2,6% per tahun.[9]

Dengan luasan wilayah sector 7 sebesar 19.44 km^2 maka nilai luasan wilayah dapat dikalikan dengan kepadatan jumlah penduduk untuk mendapatkan prediksi jumlah penduduk sector 7 citarum.

Tabel 8 Tabel Prediksi Jumlah Penduduk Citarum Sektor 7

Tahun	Kepadatan per km2	Jumlah penduduk sektor 7	Jumlah penduduk usia produktif (60% dari total penduduk)
2018	2075	40338	24203
2019	2129	41387	24832
2020	2184	42463	25478
2021	2241	43567	26140
2022	2299	44700	26820
2023	2359	45862	27517
2024	2420	47054	28233
2025	2483	48278	28967

Penulis melakukan prediksi trafik menggunakan usia produktif sebesar 28967 jiwa. Keuntungan menggunakan *spectrum unlicensed* adalah tidak diperlukannya pembiayaan dalam penggunaan frekuensi.

Tabel 9 Tabel Model Trafik untuk peningkatan ekonomi sekitar Citarum Sektor 7

Model Trafik	Mbps
Social Media/Marketplace Browsing	0.5
Streaming Youtube 480p	1.1
Streaming Youtube 720p	2.5

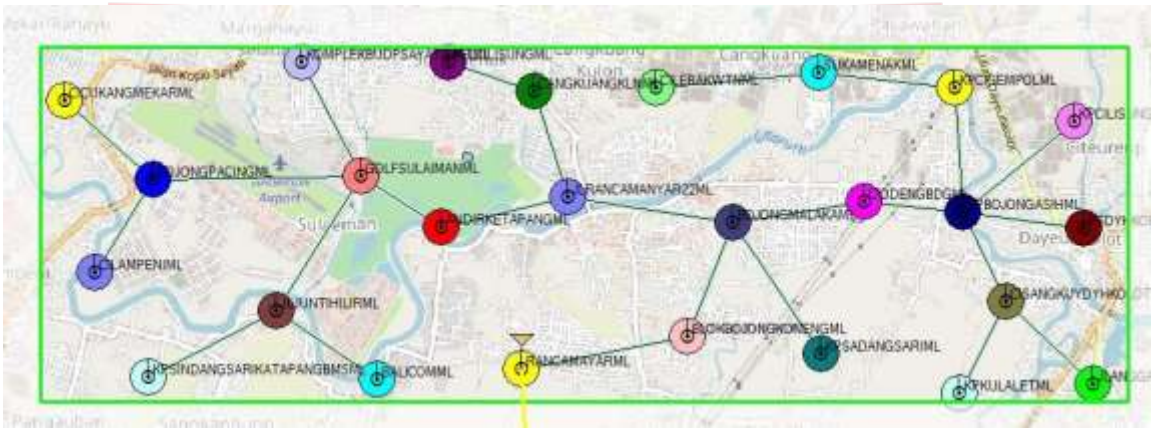
Tabel 3. 7 Data Rate yang dipergunakan pada system Citarum Sektor 7

Data Rate 64-QAM	Data Rate MIMO 4T4R
1201 Mbps	4804 Mbps

Dari Total Model Trafik diatas dikali dengan jumlah penduduk 2025 mendapatkan total kebutukan *throughput* sebesar 121659 Mbps, dengan kapasitas satu akses *point* 802.11ax 1024-QAM MCS-11 *Bandwidth* 160MHz sebesar 4804 Mbps. *Multihop* adalah sistem komunikasi yang melibatkan beberapa perangkat perantara, seperti *router*, yang digunakan untuk meneruskan atau mengirim data informasi pemantauan dari *node slave* ke *node master* melalui *node* sensor terdekat di dekatnya[11]. Maka kebutuhan total jumlah akses point berdasarkan *capacity dimensioning* sebanyak 25.3 atau dibulatkan menjadi 26 site.

Tabel 10 Rencana jalur multihop pada sector 7

Multi-Hop	**Id**	**Link**
Multi-Hop0	0	KPSINDANGSARIKATAPANGBMSML - JLJUNTIHILIRML
	1	JLJUNTIHILIRML - GOLFSULAIMANML
	2	GOLFSULAIMANML - ANDIRKETAPANGML
Multi-Hop1	0	CILAMPENIML - BOJONGPACINGML
	1	BOJONGPACINGML - GOLFSULAIMANML
Multi-Hop2	0	CICUKANGMEKARML - BOJONGPACINGML
Multi-Hop3	0	BALICOMML - JLJUNTIHILIRML
Multi-Hop4	0	RANCAMAYARML - BLOKBOJONGKONENGML
	1	BLOKBOJONGKONENGML - BOJONGMALAKAML
Multi-Hop5	0	KPSADANGSARIML - BOJONGMALAKAML
Multi-Hop6	0	BOJONGMALAKAML - CIODENGBDGML
	1	CIODENGBDGML - KPBOJONGASIHML
Multi-Hop7	0	KOMPLEKBUDPSAYATIDMTML - GOLFSULAIMANML
Multi-Hop8	0	KELCILISUNGML - CANGKUANGKLNML
	1	CANGKUANGKLNML - JLRANCAMANYAR22ML
Multi-Hop9	0	CILEBAKWTNML - SUKAMENAKML
	1	SUKAMENAKML - KPCIGEMPOLML
Multi-Hop9	2	KPCIGEMPOLML - KPBOJONGASIHML
Multi-Hop10	0	KPCILISUNGML - KPBOJONGASIHML
Multi-Hop11	0	KPKULALETML - CISANGKUYDYHKOLOTML
	1	CISANGKUYDYHKOLOTML - KPBOJONGASIHML
Multi-Hop12	0	KPBOJONGASIHML - PSDYHKOLOTML
Multi-Hop13	0	JLANGGADIREJAML - CISANGKUYDYHKOLOTML

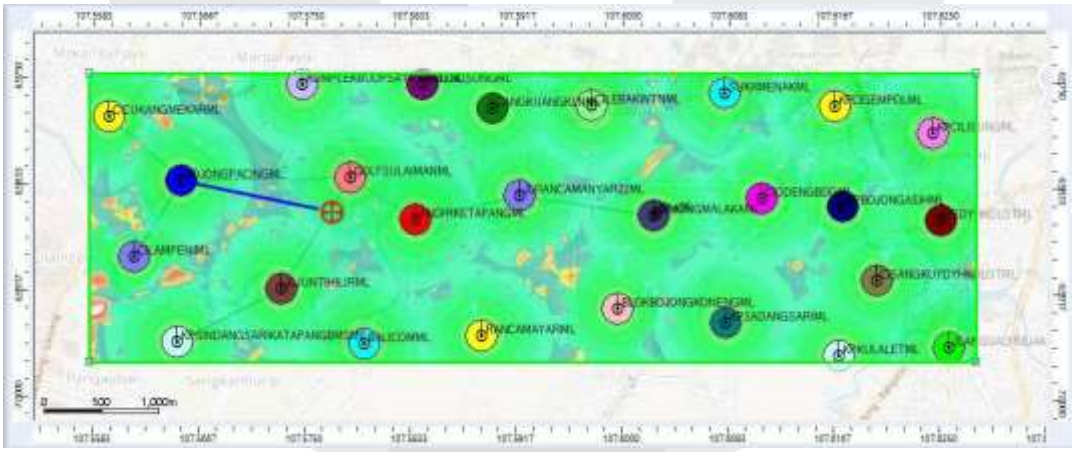


Gambar 4 Peta *Multihop* point-to-point pada sector 7

4. ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN WiFi 802.11ax MULTIHOP

4.1 Analisis Jaringan Akses Wifi 802.11ax 2,4 GHz

Penulis melanjutkan simulasi dengan total kebutuhan *capacity dimensioning* yakni 26 site, untuk penempatan site, penulis mencocokkan nya dengan posisi *site existing*.

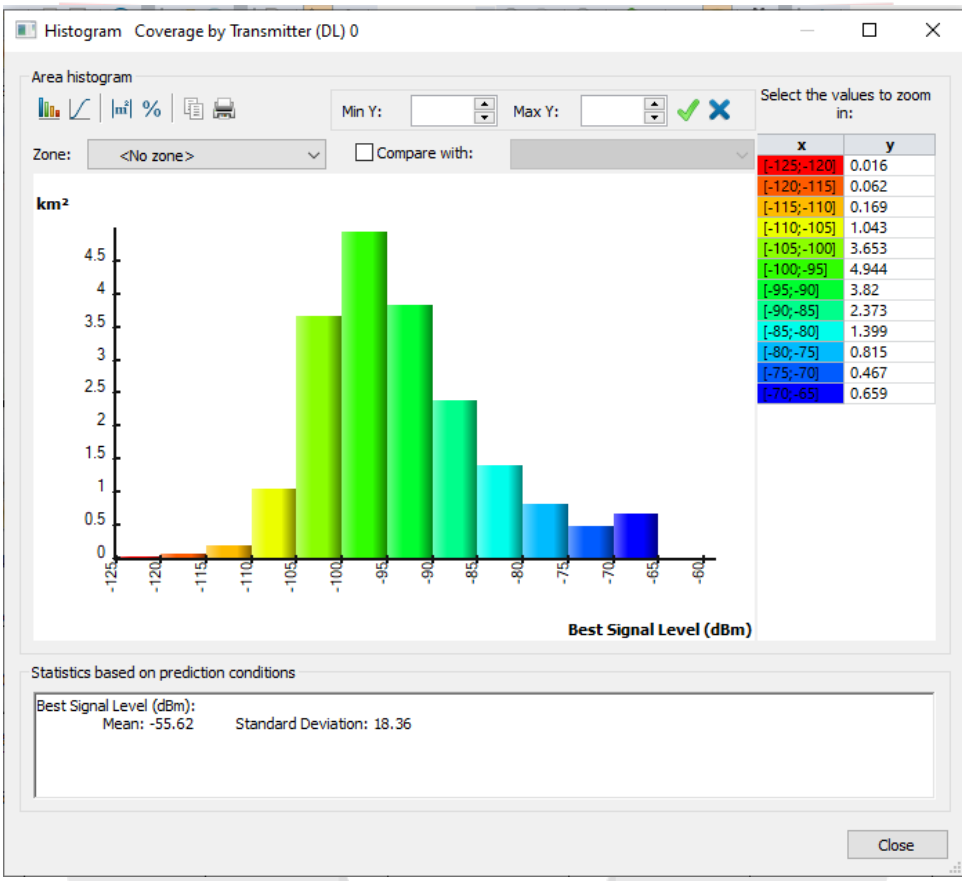


Gambar 5 Hasil prediksi *coverage by transmitter* menggunakan *site existing*

Pada Gambar 5 setelah penulis melakukan simulasi lanjutan menggunakan *site existing* didapatkan jangkauan *transmitter* sebesar 93.3% untuk sinyal terima 105dBm, dimana level ini adalah level minimum dapat terjadinya komunikasi menggunakan WiFi.

Tabel 11 Hasil prediksi *coverage by transmitter* menggunakan hasil *site existing*

Legend	% Focus Zone
Best Signal Level (dBm) >=-70	3.4
Best Signal Level (dBm) >=-75	5.8
Best Signal Level (dBm) >=-80	10
Best Signal Level (dBm) >=-85	17.2
Best Signal Level (dBm) >=-90	29.4
Best Signal Level (dBm) >=-95	49.1
Best Signal Level (dBm) >=-100	74.5
Best Signal Level (dBm) >=-105	93.3



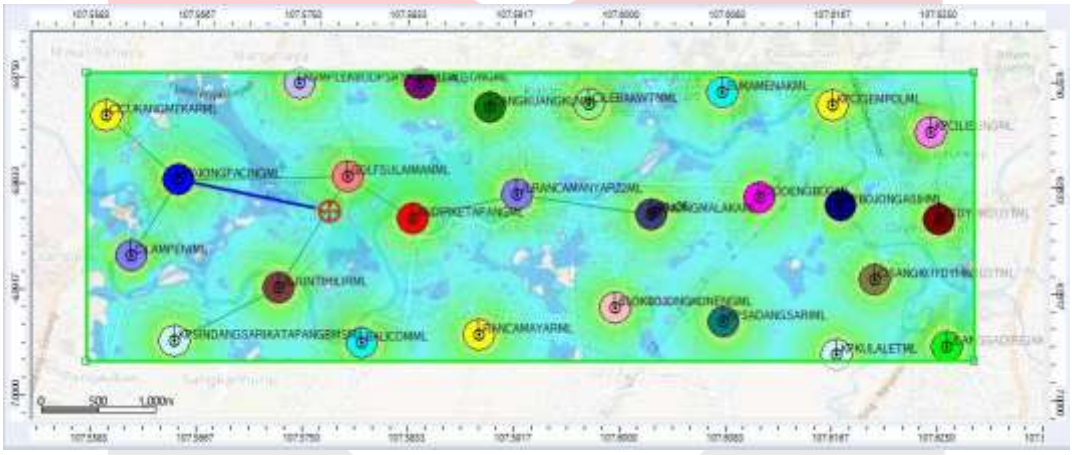
Gambar 6 Histogram hasil prediksi *coverage*

Dari hasil pada Gambar 6 menjelaskan seriap wana batang untuk setiap jarak dari site menuju titik tertentu dan didapatkan nilai rata-rata RSRP sebesar -55.62 dBm dengan deviasi 18,36 dB.

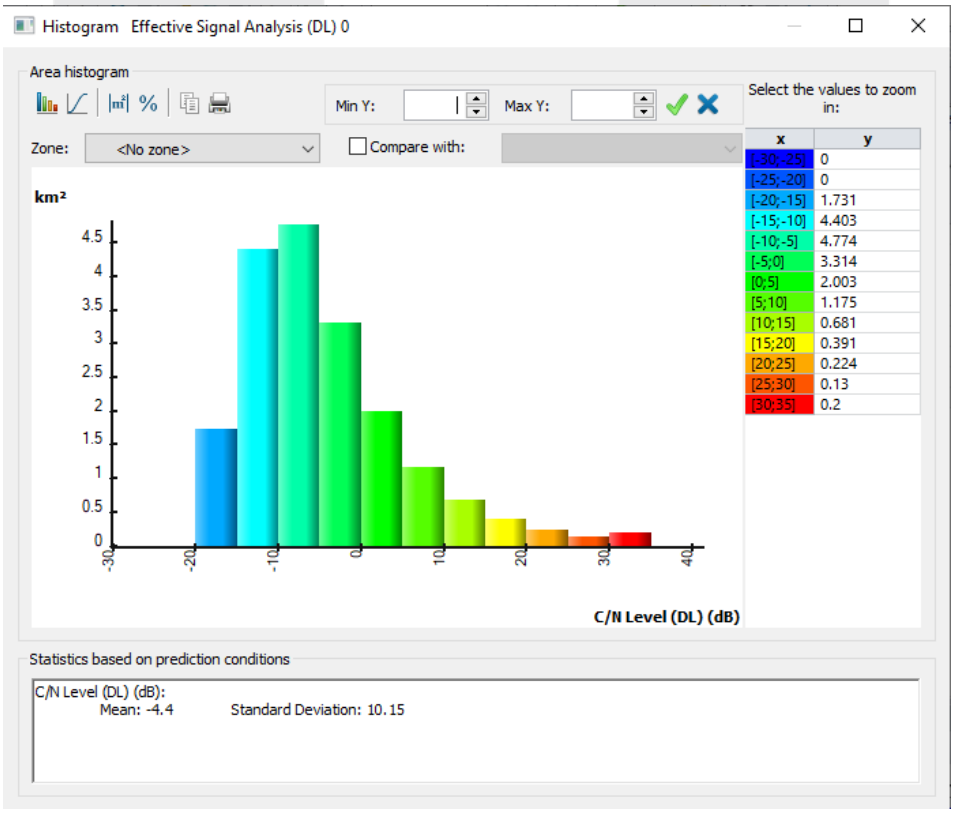
Tabel 12 Hasil prediksi *coverage by transmitter* menggunakan hasil *site existing*

Legend	% Focus Zone
C/N Level (DL) (dB) >=30	1
C/N Level (DL) (dB) >=25	1.7
C/N Level (DL) (dB) >=20	2.9
C/N Level (DL) (dB) >=15	4.9
C/N Level (DL) (dB) >=10	8.4
C/N Level (DL) (dB) >=5	14.4
C/N Level (DL) (dB) >=0	24.7
C/N Level (DL) (dB) >=-5	41.8
C/N Level (DL) (dB) >=-10	66.3
C/N Level (DL) (dB) >=-15	89
C/N Level (DL) (dB) >=-20	97.9
C/N Level (DL) (dB) >=-25	97.9

C/N Level (DL) (dB) >=-30	97.9



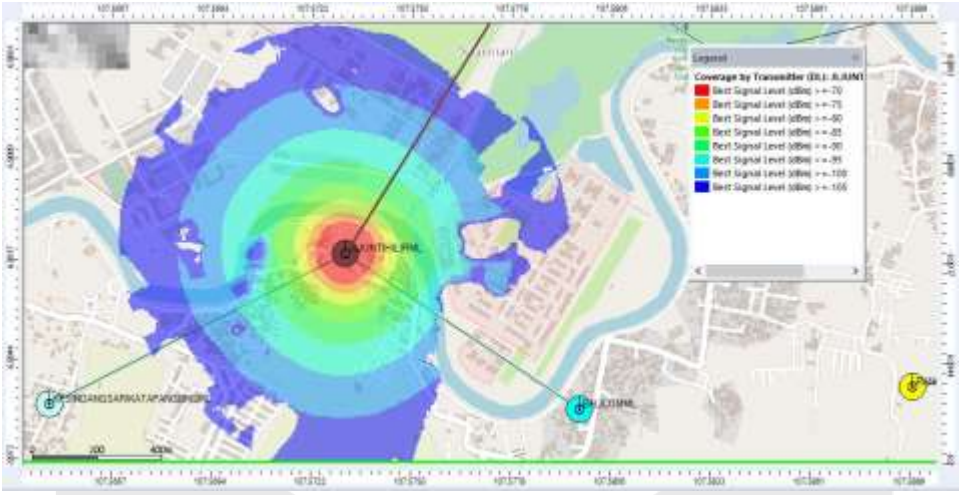
Gambar 7 hasil prediksi *signal to noise* menggunakan *site existing*



Gambar 8 Histogram hasil prediksi *signal to noise*

Dari hasil simulasi pada Gambar 8 berhubungan dengan C/N Level yang mana menunjukkan untuk balok berwarna hijau kebiruan menghasilkan nilai yang tinggi dan didapatkan nilai rata-rata SINR sebesar -4.4 dB dengan deviasi 10,15dB.

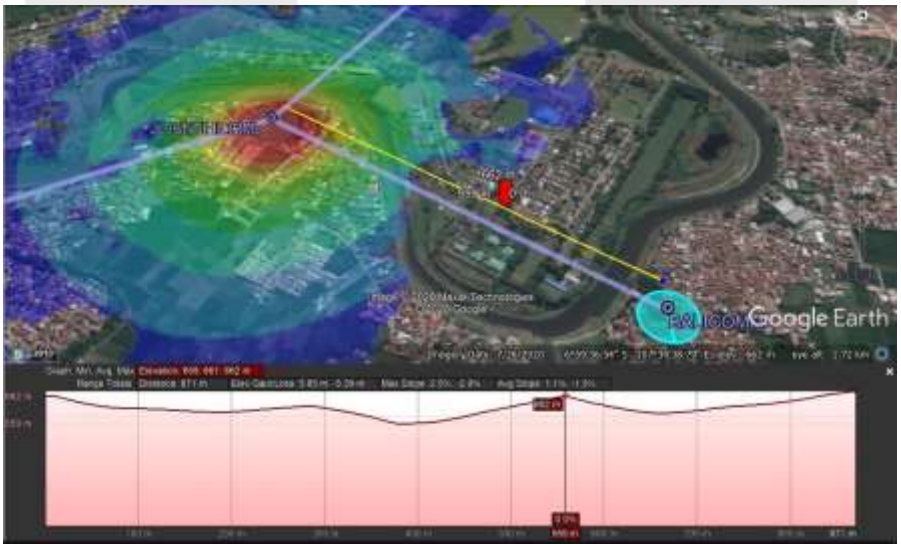
4.2 Analisis contoh kasus *blankspot* pada Site Juntihilir



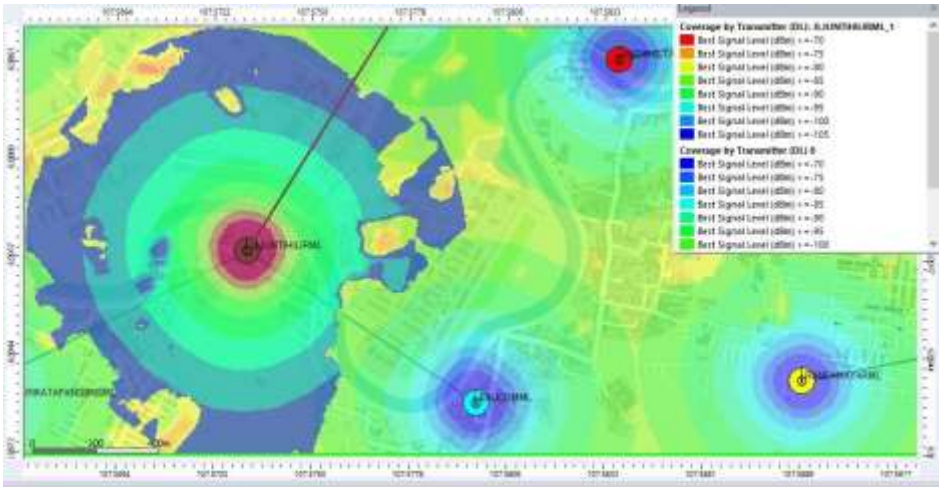
Gambar 9 Histogram hasil prediksi *coverage by transmitter* pada site Juntihilir

Kondisi geografis pada sector 7 yang tidak rata, dan berbukit ada Gambar 9, menjadi salah satu alasan mengapa hasil simulasi, *coverage* area dari site Juntihilir mengalami *blankspot*, site Juntihilir berhasil melayani sebesar 16.96 persen dari total luas wilayah Sektor 7 19.44 m2 .

Terdapat area yang mengalami *blankspot* di jalur sungai sector 7 sehingga untuk mengatasi hal tersebut, penulis mengaktifkan site BALICOMM yang dimana site BALICOMM memang sudah ada dalam daftar *site existing*.



Gambar 10 Histogram hasil prediksi *coverage by transmitter* menggunakan *site existing* divisualisasikan via *Google Earth*.



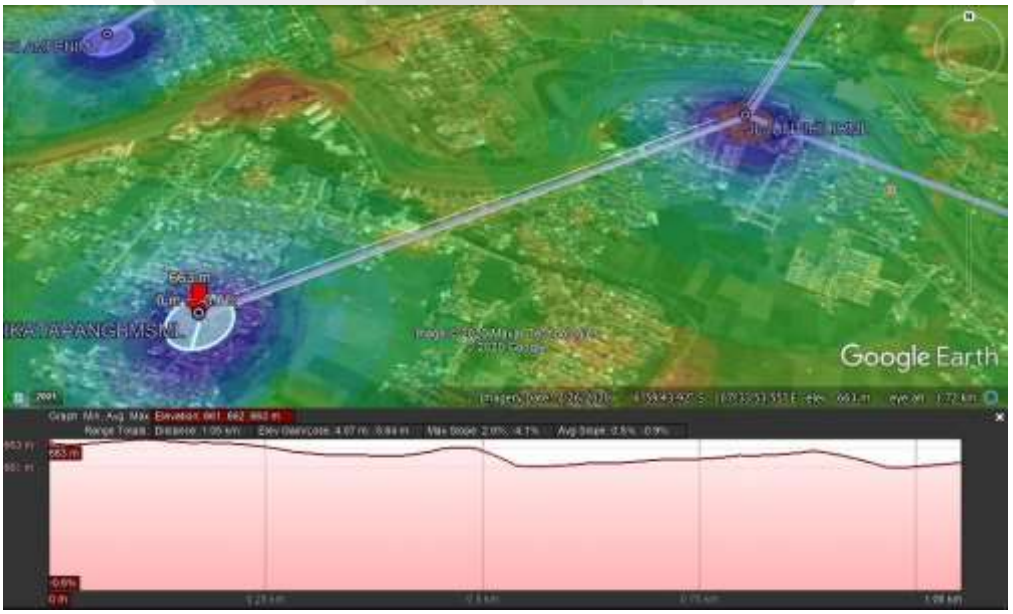
Gambar 11 hasil prediksi *coverage by transmitter* menggunakan site Jutihilir dengan tambahan *coverage site* BALICOMM

Maksimum *throughput* pada site JUNTIHILIR adalah 4804 Mbps. Site JUNTIHILIR menerima *forward traffic* dari site KATAPANG sebesar 4804 Mbps dan *traffic load* site JUNTIHILIR 4804 Mbps, sehingga beban *traffic* maksimal yang dilayani adalah sebesar 9608 Mbps.

4.3 Analisis keadaan geografis *sample Multihop0*

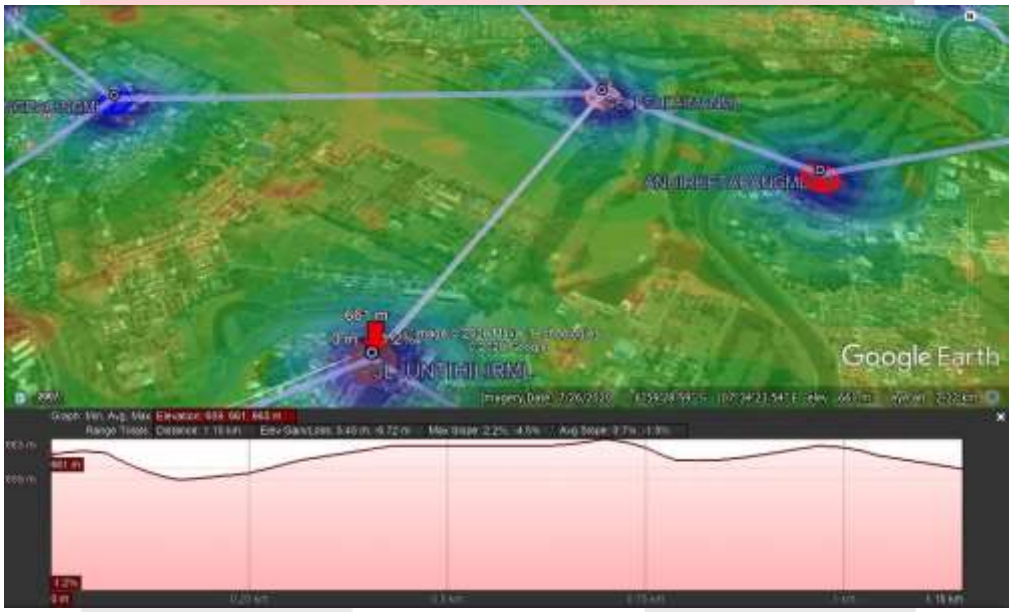
Tabel 13 *Sample link Multihop0*

Multi-Hop	Id	Link
Multi-Hop0	0	KPSINDANGSARIKATAPANGBMSML - JLJUNTIHILIRML
	1	JLJUNTIHILIRML - GOLFSULAIMANML
	2	GOLFSULAIMANML - ANDIRKETAPANGML



Gambar 12 Kondisi Geografis *Multihop* site Katapang-Juntihilir

Site KATAPANG merupakan site yang berada di ujung *multihop*, sehingga beban *traffic multihop* yang dilayani adalah sebesar 4804 Mbps, dari site Ketapang melakukan *forward traffic* 4804 Mbps kearah site JUNTIHILIR menggunakan frekuensi 5,8 GHz dengan jarak total 1.05 Km *point-to-point*. Kondisi geografis adalah perbukitan dengan perrubahan lembah bukit sebesar 2%.



Gambar 13 Kondisi Geografis *Multihop* site Juntihilir-Golf Sulaiman

Pada Gambar 13 Site JUNTIHILIR merupakan site yang berada di tengah *multihop*, Site JUNTIHILIR menerima *forward traffic* dari site KATAPANG sebesar 4804 Mbps dan *traffic load* site JUNTIHILIR 4804 Mbps, sehingga beban *traffic* maksimal yang dilayani adalah sebesar 9608 Mbps , dari site JUNTIHILIR melakukan *forward traffic* 9608 Mbps kearah site GOLF SULAIMAN menggunakan frekuensi 5,8 GHz dengan jarak total 1.15 Km *point-to-point*. Sehingga total beban site GOLF SULAIMAN sebesar 14.412 Mbps Kondisi geografis adalah perbukitan dengan perrubahan lembah bukit sebesar 2.2%.

4.4 Hasil akhir penggelaran jaringan sector 7

Setelah dilakukan optimasi *coverage* maka didapatkan jumlah site sebesar 26 site di keseluruhan wilayah sector 7, pada penggelaran ini dicapai luasan *coverage* sebesar 93.3 % dari keseluruhan wilayah sector 7.

Total kebutuhan *throughput* 121659 Mbps untuk keseluruhan wilayah sector 7 dipenuhi menggunakan *bandwith* sebesar 160MHz dan modulasi 1024 QAM.

Tabel 14 Koordinat site perencanaan akhir di sector 7 citarum

Name	*Longitude*	*Latitude*
ANDIRKETAPANGML	107.583733	-6.985995471
BALICOMML	107.5797166	-6.995777453
BLOKBOJONGKONENGML	107.5996174	-6.992965893
BOJONGMALAKAML	107.6024529	-6.985621335
BOJONGPACINGML	107.5652207	-6.98305112
CANGKUANGKLNML	107.58968	-6.97728
CICUKANGMEKARML	107.55956	-6.97801
CILAMPENIML	107.5615451	-6.989044659
CILEBAKWTNML	107.5975212	-6.976973134
CIODENGBDGML	107.610928	-6.984234
CISANGKUYDYHKOLOTML	107.6200627	-6.990575272
GOLFSULAIMANML	107.5785599	-6.982770484
JLANGGADIREJAML	107.62572	-6.99584
JLJUNTIHILIRML	107.5731808	-6.991475455
JLRANCAMANYAR22ML	107.5918623	-6.984053065
KELCILISUNGML	107.58415	-6.97538
KOMPLEKBUDPSAYATIDMTML	107.5747213	-6.975471456
KPBOJONGASIHML	107.6173	-6.98483
KPCIGEMPOLML	107.6166946	-6.976912355
KPCILISUNGML	107.6243667	-6.979020471
KPKULALETML	107.6171021	-6.996510809
KPSADANGSARIML	107.6081973	-6.993993808
KPSINDANGSARIKATAPANGBMSML	107.56496	-6.9957
PSDYHKOLOTML	107.6250652	-6.985884474
RANCAMAYARML	107.5889747	-6.995112088
SUKAMENAKML	107.6079525	-6.975939604

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat menarik kesimpulan

1. Kondisi geografis sangat berpengaruh terhadap hasil cakupan dari akses poin sehingga penulis perlu menyesuaikan lokasi, ketinggian dan besaran daya pancar agar hasil cakupan dapat optimal
2. Kebutuhan jumlah akses poin dengan perhitungan *capacity* akan lebih besar daripada kebutuhan *coverage* apabila daerah tersebut memiliki kepadatan penduduk yang sangat tinggi atau bisa kita sebut area urban.
3. Kebutuhan jumlah akses poin dengan perhitungan *coverage* akan lebih besar daripada kebutuhan *capacity* apabila daerah tersebut memiliki kepadatan penduduk yang sangat tinggi atau bisa kita sebut area *urban*.
4. Hasil dari perencanaan jaringan ini akan mencakup sebesar 93.3 % dari keseluruhan wilayah Sungai Citarum sektor 7 dengan menggunakan 26 *site existing* dan 14 *multihop* dimana akan menyediakan fasilitas internet yang akan menunjang peningkatan daya saing di era digital ini.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk lebih melakukan riset ke lapangan terkait penetrasi layanan WiFi, jumlah perangkat per jumlah penduduk, dikarenakan riset ini dilakukan dalam masa pandemi maka informasi yang didapatkan menggunakan data dari Kabupaten Bandung dalam Angka tahun 2018, sehingga data jumlah perangkat diasumsikan dengan jumlah penduduk usia produktif, dapat dikatakan kondisi ini tidak bisa seakurat data yang diambil langsung melalui survey lapangan.

REFERENSI

[1] S. K. S. Citarum, "Status mutu air sungai," no. 19, pp. 1–6, 1984.

[2] M. Herlich and S. Yamada, "Optimal Distance of Multi-hop 802.11 WiFi Relays," *Proc. IEICE Soc. Conf.*, pp. 3–4, 2014.

[3] J. Xu, J. Yao, L. Wang, Z. Ming, K. Wu, and L. Chen, "Narrowband internet of things: Evolutions, technologies, and open issues," *IEEE Internet Things J.*, vol. 5, no. 3, pp. 1449–1462, 2018, doi: 10.1109/JIOT.2017.2783374.

[4] M. Hung and V. President, "Gartner Insights on How to Lead in a Connected World," 2017, [Online]. Available: https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook_digital.pdf.

[5] J. Vartiainen and R. Vuohtoniemi, "Interference Suppression and Signal Detection for LTE and WLAN Signals in Cognitive Radio Applications," vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2017.

[6] S. Ozturk, "Capacity limits in a variable duty cycle IEEE," pp. 425–430, 2012, doi: 10.1002/wcm.

[7] D. Marganingrum, D. Roosmini, and A. Sabar, "Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemaran (IP) (Studi Kasus: Hulu DAS Citarum) River Pollutant Sources Differentiation Using Pollution Index Method (Case Study: Upper Citarum Watershed)," vol. 23, no. 1, pp. 41–52, 2013.

[8] K. Mekki, E. Bajic, F. Chaxel, and F. Meyer, "A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment," *ICT Express*, 2018, doi: 10.1016/j.icte.2017.12.005.

[9] B. K. Bandung, "Kabupaten Bandung Dalam Angka 2018."

[10] Hariski priyo Sangadi, "Algoritma Multihop dan Pencarian Rute otomatis untuk Sistem Komunikasi pada Monitoring Daya Listrik Secara Wireless", Proyek Akhir, Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2008.

[11] Febriyanto, D., Santoso, T.B., others, 2010. Rancang Bangun Sistem Komunikasi Multihop pada Jaringan Sensor Nirkabel. EEPIS Final Proj.

[12] Hoymann, C., Klagges, K., Schinnenburg, M., 2006. Multihop communication in relay enhanced IEEE 802.16 networks, in: Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2006 IEEE 17th International Symposium on. IEEE, pp. 1–4.