

Perancangan Jaringan LTE di Desa Cipanganten

1st Glenn Mehaga Sebayang
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
glennsby09@gmail.com

2nd Akhmad Hambali
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ahambali@telkomuniversity.ac.id

3rd Uke Kurniawan Usman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ukeusman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Kemajuan teknologi yang sangat cepat merupakan wujud perubahan besar bagi dunia di era modern saat ini dan pertukaran informasi secara cepat merupakan impian setiap orang. Namun, belum seluruh daerah di Indonesia dapat merasakan teknologi ini seperti pada Desa Cipanganten. Desa Cipanganten merupakan sebuah desa yang jaraknya lumayan jauh dari pusat keramaian dan cukup sulit untuk mendapatkan dan memberikan informasi di internet yang bisa orang lain akses dengan mudah. Perancangan ini mencakup perhitungan *Forecasting User*, *Capacity Planning*, dan *Coverage Planning*. Serta untuk perancangan jaringan LTE digunakan software *Atoll* sebagai alat pendukung dalam merancang jaringan LTE pada Desa Cipanganten. Pada Proyek Akhir ini akan dilakukan perencanaan jaringan dengan frekuensi yang digunakan adalah 1800 MHz dengan bandwidth 15 MHz. di Desa Cipanganten untuk meningkatkan kualitas jaringan yang didapatkan user. Simulasi perancangan ini akan dilakukan menggunakan software *Atoll* dan akan memperhatikan parameter RSRP dan RSRQ. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada software *Atoll* untuk perancangan LTE didapatkan nilai rata-rata RSRQ sebesar 15,71dB dan RSRP sebesar -94,89dBm.

Kata kunci— Perancangan, LTE, Atoll.

I. PENDAHULUAN

Desa Cipanganten merupakan sebuah desa yang lumayan jauh dari pusat keramaian dan akses menuju ke sana juga cukup sulit, desa tersebut juga memiliki masalah yang cukup dibutuhkan di era saat ini, yaitu kesulitan dalam mengakses jaringan internet. Dikarenakan sulitnya mengakses jaringan internet di Desa Cipanganten, kami berencana untuk membuat masyarakat maupun pengunjung yang berada di Desa Cipanganten dapat merasakan kemudahan dalam mengakses internet seperti masyarakat lainnya.

II. KAJIAN TEORI

Berikut merupakan beberapa teori yang berhubungan dengan pengerjaan perancangan jaringan LTE pada Desa Cipanganten :

A. *Forecasting User*

Menurut John E. Biegel (1999), definisi peramalan adalah kegiatan memperkirakan tingkat permintaan produk yang diharapkan untuk suatu produk atau beberapa produk dalam periode waktu tertentu di masa yang akan datang^[1]. Perhitungan *Forecasting User* bertujuan untuk menghitung

perkiraan pertumbuhan penduduk yang akan menjadi calon pengguna jaringan internet pada Desa Cipanganten.

B. *Capacity Planning*

Capacity Planning merupakan suatu bentuk perencanaan dalam membangun jaringan di suatu daerah berdasarkan jumlah pengguna (*capacity*)^[2]. *Capacity Planning* berguna untuk menentukan kemampuan jaringan yang baik dan sesuai dengan hasil perhitungan *Forecasting User* pada Desa Cipanganten.

C. *Coverage Planning*

Coverage Planning merupakan metode perencanaan dalam membangun jaringan di suatu daerah berdasarkan luas wilayah cakupan (*coverage*). Perencanaan ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan jumlah site sesuai dengan luas wilayah cakupan yang ada.^[2] *Coverage Planning* bertujuan untuk menerapkan metode perencanaan jaringan seluler guna menjamin ketersediaan layanan/sinyal di Desa Cipanganten.

III. METODE

Saat melakukan perancangan pembangunan jaringan LTE, dilakukan pencarian data penduduk Desa Cipanganten untuk melakukan perhitungan *Forecasting User*. Perhitungan *Forecasting User* bertujuan untuk menghitung perkiraan pertumbuhan penduduk yang akan menjadi calon pengguna jaringan internet pada Desa Cipanganten.

Kemudian dilakukan perhitungan *Capacity Planning* untuk menentukan kemampuan jaringan yang baik dan sesuai dengan hasil perhitungan *Forecasting User* pada Desa Cipanganten.

Setelah itu dilakukan perhitungan *Coverage Planning* untuk memastikan jaringan dapat memberikan layanan yang baik dan stabil untuk calon pengguna jaringan internet pada Desa Cipanganten.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL 1
Data Penduduk

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1.	Jumlah Penduduk	5.450	Jumlah Penduduk di tahun 2019 (bandungkab.bps, 2020)
2.	Penduduk Usia Produktif	3.140	Usia Produktif 15-64 tahun
3.	Laju Pertumbuhan	0,31%	Laju Pertumbuhan Penduduk Desa Cipanganten
4.	Market Share Operator	48%	Operator Telkom sel
5.	Penetrasi LTE	77%	Penetrasi LTE di Indonesia Operator Telkom sel

A. Forecasting User

Untuk menghitung jumlah forecasting user, dihitung dahulu perkiraan jumlah penduduk Desa Cipanganten pada tahun 2029

$$P_n = P_0(1 + GF)^n$$

Keterangan:

P_n: Jumlah penduduk tahun ke-n

P₀: Jumlah penduduk tahun ke-0 (tahun saat melakukan perancangan)

Gf: Faktor pertumbuhan jumlah penduduk

N: Tahun perencanaan

Berdasarkan data jumlah penduduk Desa Cipanganten pada tahun 2029 diperkirakan jumlah penduduk sebanyak 6.280 jiwa. Kemudian, dilakukan perhitungan total target user dari daerah yang akan menjadi target perancangan jaringan dengan persamaan berikut,

$$Total\ Target\ User = P_n \times A \times B \times C$$

Keterangan:

P_n: Jumlah penduduk tahun ke-n

A: Jumlah penduduk dengan usia produktif

B: Market share operator jaringan seluler

C: 4G penetration

Hasil perhitungan:

Total target user = 6.280 jiwa x 50% x 90% x 90%

Total target user = 2.544 jiwa.

B. Capacity Planning

Pada perhitungan Capacity Planning, terlebih dahulu dihitung nilai Throughput, Single User Throughput, Network Throughput (IP), Network Throughput (MAC Layer), Modulasi Uplink Cell Throughput dan Downlink Cell Throughput, Uplink Cell Avg Throughput dan Downlink Cell Avg Throughput. Setelah itu maka dapat dicari nilai Capacity Planning.

$$\begin{aligned} &Throughput/Session \\ &= PPP\ Session\ Time(s) \times Baerer\ rate(Kbps) \\ &\times PPP\ Session\ Duty\ Ratio \times [1/(1 - BLER)] \end{aligned}$$

Keterangan:

Throughput: Throughput yang harus tersedia agar kualitas jaringan baik (Kbps)

Session Time : Durasi dari setiap sesi layanan (s)

Sesion Duty Radio : rasio data transmisi setiap sesi

BLER : Block Error Rate yang diizinkan di tiap sesi (%)

Bearer Rate : Nilai data rate yang dimiliki dari layanan aplikasi layer (IP) (Kbps)

TABEL 2
Perhitungan Nilai Throughput Uplink dan Downlink

Traffic Parameter	Uplink				Downlink				UL Throughput/Session (Kbps)	DL Throughput/Session (Kbps)
	Bearer Rate (Kbps)	PPP Session Time (s)	PPP Session Duty Ratio	BLER (%)	Bearer Rate (Kbps)	PPP Session Time (s)	PPP Session Duty Ratio	BLER (%)		
VoIP	26.90	80	0.4	1%	26.90	80	0.4	1%	869.4949495	869.4949495
Video Phone	62.53	70	1	1%	62.53	70	1	1%	4421.313131	4421.313131
Video Conference	62.53	1800	1	1%	62.53	1800	1	1%	113690.9091	113690.9091
Real Time Gaming	31.26	1800	0.2	1%	125.06	1800	0.4	1%	11367.27273	90952.72727
Streaming Media	31.26	3600	0.05	1%	250.11	3600	0.95	1%	5683.636364	864016.3636
IMS Signalling	15.63	7	0.2	1%	15.63	7	0.2	1%	22.1030303	22.1030303
Web Browsing	62.53	1800	0.05	1%	250.11	1800	0.05	1%	5684.545455	22737.27273
File Transfer	140.69	600	1	1%	750.34	600	1	1%	85266.66667	454751.5152
Email	140.69	50	1	1%	750.34	15	1	1%	7105.555556	11368.78788
P2P File Sharing	250.11	1200	1	1%	750.34	1200	1	1%	303163.6364	909503.0303

$$SUT = (\sum throughput \times BHSa \times Penetration\ rate \times (1 + Par))/3600$$

Keterangan:

SUT = Single User Throughput (Kbps)

BHSA = Inisiasi Penggunaan Layanan Selama Jam Sibuk

Penetration Rate = Penetrasi Penggunaan Layanan jaringan

PAR = Persentasi Lonjakan Trafik di jam sibuk

3600 = Jumlah 1 jam dalam detik

TABEL 3
Perhitungan Network Throughput (IP)

Traffic Parameter	Single User Throughput	
	Uplink	Downlink
VoIP	0,13284	0,13284
Video Phone	0,0135096	0,0135096
Video Conference	0,347389	0,347389
Real Time Gaming	0,0347333	0,277911
Streaming Media	0,00868333	1,32002
IMS Signalling	0,00506528	0,00506528
Web Browsing	0,208433	0,8337
File Transfer	1,04215	5,558077
Email	0,0434228	0,0694759
P2P File Sharing	3,70533	11,11615
Total	5,54155631	19,67413778
SUT (Kbps)	0,00153932	0,00546504

TABEL 4
Perhitungan Network Throughput (IP)

Network Throughput (IP)		
Item	UL	DL
Total User	2.544	
Network Throughput (IP) (Kbps)	14097,71925264	50051,00651232
Network Throughput (IP) (Mbps)	14,0977	50,051

Network throughput jaringan pada lapisan IP (Internet Protocol) berkaitan dengan tingkat transfer data antara perangkat atau jaringan yang berbeda melalui internet atau jaringan luas (WAN).

TABEL 5
Perhitungan *Network Throughput (MAC Layer)*

Network Throughput (MAC Layer)	
Uplink	Downlink
14,38541	51,07245

Network throughput pada lapisan MAC (Media Access Control) mengacu pada tingkat transfer data yang dicapai dalam segmen jaringan lokal (LAN), yang diatur oleh protokol seperti Ethernet.

C. Modulasi

Modulasi adalah proses mengkonversi sinyal informasi (sinyal pesan) menjadi format yang dapat dipindahkan melalui media transmisi, seperti kabel atau gelombang elektromagnetik, dengan tujuan untuk efisien mengirimkannya dari pengirim ke penerima.

$$CellThr_{UL} + CRC = (168 - 24) \times (CB) \times (CR) \times (NRB) \times C \times 1000$$

$$CellThr_{DL} + CRC = (168 - 36 - 12) \times (CB) \times (CR) \times (NRb) \times C \times 1000$$

Keterangan :

- CRC : 24, dalam 1 resource elements (RE)
- 168 : Jumlah *Resource Elemen (RE)* dalam 1 ms
- 36 : Jumlah *Control Channel RE* dalam 1 ms
- 12 : Jumlah Referensi sinyal RE dalam 1 ms (untuk Uplink)
- 24 : Jumlah Referensi sinyal RE dalam 1 ms (untuk Downlink)
- CB : *Code Bite*, efisiensi modulasi
- NRB : Jumlah *Resource block* yang digunakan
- CD : *Coding Rate* kanal
- C : Model antena MIMO

TABEL 6
Data Modulasi

Modulation	Code bit	Code rate	SINR probability
QPSK 1/3	2	0.3	0.28
QPSK 1/2	2	0.5	0.25
QPSK 2/3	2	0.67	0.17
16 QAM 1/2	4	0.5	0.13
16 QAM 2/3	4	0.67	0.1
16 QAM 4/5	4	0.8	0.05
64 QAM 1/2	6	0.5	0.01
64 QAM 2/3	6	0.67	0.01

TABEL 7
Hasil Perhitungan Modulasi

Modulasi	UL Cell Throughput (Mbps)	UL Cell Avg Throughput (Mbps)	DL Cell Throughput (Mbps)	DL Cell Avg Throughput (Mbps)
QPSK 1/3	28,49	7,9772	21,36	5,9808
QPSK 1/2	43,18	10,795	32,38	8,095
QPSK 2/3	57,86	9,8362	43,39	7,3763
16 QAM 1/2	86,38	11,2294	64,78	8,4214
16 QAM 2/3	115,75	11,575	86,81	8,681
16 QAM 4/5	138,22	6,911	103,66	5,183
64 QAM 1/2	129,58	1,2958	97,18	0,9718
64 QAM 2/3	173,64	1,7364	130,23	1,3023
Total Cell Avg. Throughput (MAC) Mbps	61,356 Mbps		37,5902 Mbps	

D. Capacity Planning

$$Cell\ Average\ Throughput = SINR \times Cell\ Throughput$$

$$Site\ Capacity = Cell\ Throughput \times 3$$

$$Jumlah\ site = \frac{Network\ Throughput}{Site\ Capacity}$$

$$Cell\ Coverage = \frac{Area\ Wide}{Jumlah\ site}$$

$$Cell\ Radius = \sqrt{\frac{Cell\ coverage}{2,6}}$$

$$Cell\ Radius\ (atoll) = \sqrt{\frac{Cell\ coverage}{2,6 \times 3}}$$

TABEL 8
Capacity Planning

Parameter	UL	DL
Area Wide	3,05 Km ²	
4G LTE Users	2.544 Jiwa	
Network Throughput (MAC Layer)	14,38541 Mbps	14,38541 Mbps
Cell Average Throughput	61,356 Mbps	61,356 Mbps
Site Capacity	184,068 Mbps	184,068 Mbps
Number of Site	1 Site	1 Site
Number of Users/Site	2544 User	2544 User
Cell Coverage	3,05 Km ²	3,05 Km ²
Cell Radius	0,6717 Km ²	0,6717 Km ²
Cell Radius Atoll	2,0151 Km ²	2,0151 Km ²

Berikutnya merupakan perhitungan *Coverage Planning*. *Coverage Planning* adalah metode untuk memastikan jaringan seluler dapat memberikan layanan pada area yang direncanakan. Berikut adalah tabel *Coverage Planning*:

TABEL 9
Downlink Link Budget

DL Link Budget		
Transmitter	Value	Calculation
Max Total Tx Power	43 dBm	A
RB to Distribute Power	100 dBm	C
Subcarriers Distribute to Power	1200 dBm	D=12*C
Subcarrier Power	12,208 dBm	E=A-10*log(D)
Tx Antenna Gain	26 dBi	F
Feeder Loss	0,5 dB	G
EIRP	68,208 dBm	J=E+F-G

Receiver	Value	Calculation
SINR	-6 dB	K
Rx Noise Figure	5 dB	L
Receiver Sensitivity	-143.240 dBm	M=K+L-174+10*log(1500)
Rx Cable Loss	0 dB	P
Interference Margin	4 dB	Q
Min. Signal Reception Strength	-139.240 dBm	R=M-P+Q
Pathloss & Shadow Fading Margin	Value	Formula
Penetration Loss	20dB	S
Shadow Fading Margin	8dB	T
MAPL	149.448 dB	U=J-R-S-T

Untuk perhitungan *Uplink Link Budget* ada beberapa hal yang dihitung. Berikut adalah tabel nilai nilai hasil perhitungan *Uplink Link Budget*:

TABEL 10
Uplink Link Budget

UL Link Budget		
Transmitter	Value	Calculation
Max Total Tx Power	23 dBm	A
RB to Distribute Power	8 dBm	C
Subcarriers Distribute to Power	96 dBm	D=12*C
Subcarrier Power	3,18 dBm	E=A-10*log(D)
Tx Antenna Gain	0,2 dBi	F
Feeder Loss	0 dBi	G
EIRP	33,38 dBm	J=E+F-G

Receiver	Value	Calculation
SINR	-2.4 dB	K
Rx Noise Figure	2.2 dB	L
Receiver Sensitivity	-142,439 dBm	$M=K+L-174+10*\log(1500)$
Rx Antenna Gain	18 dB	N
Rx Cable Loss	0 dB	O
Interface margin	0,87 dB	Q
Min. Signal Reception Strength	-159,569 dBm	$R=M-N+O+Q$
Pathloss & Shadow Fading Margin		Formula
Penetration Loss	17dB	S
Shadow Fading Margin	8dB	T
MAPL	137,949 dB	$U=J-R-S-T$

Kemudian, pada perancangan ini, digunakan model propagasi Cost-231. Berikut adalah perhitungan Model Propagasi Cost-231 :

$$a(h_r) = (1,1 \log fc - 0,7)hr - (1,56 \log fc - 0,8)dB$$

$$a(h_r) = (1,1 \log 1800 - 0,7)2,2 - (1,56 \log 1800 - 0,8)dB$$

$$a(h_r) = 2,05953db$$

$$LU = 46,3 + 33,9 \log(fc) - 13,82 \log(h_{tx}) - a(h_r) + (44,9 - 6,55 \log(h_{tx})) \log d + CM$$

$$LU = 131,746 + 34,072 \log d$$

$$137,949 = 131,746 + 34,072 \log d$$

$$34,072 \log d = 137,949 - 131,747$$

$$34,072 \log d = 6,202$$

$$\log d = \frac{6,202}{34,072}$$

$$\log d = 0,1820$$

$$d = 10^{0,1820}$$

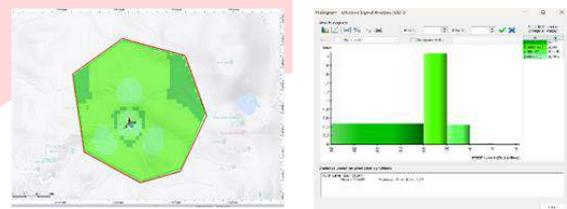
$$d = 1,52054Km$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan, rumus dan hasil coverage planning:

TABEL 11
Coverage Planning

Calculation	Formula	Result
Radius Cell (d)	1,52054	Km
Cell Coverage	7,70913	Km
Number of cell	$0,03956 \approx 1$	site
Cell Coverage(Atoll)	18,0339	Km
Number of cell (Atoll)	$0,16912 \approx 1$	site

Setelah selesai melakukan perhitungan, maka dirancang pembangunan jaringan LTE menggunakan software Atoll. Gambar 1 menunjukkan hasil perancangan RSRP menggunakan software Atoll yang menunjukkan bagus atau tidaknya kuat sinyal antenna pemancar:

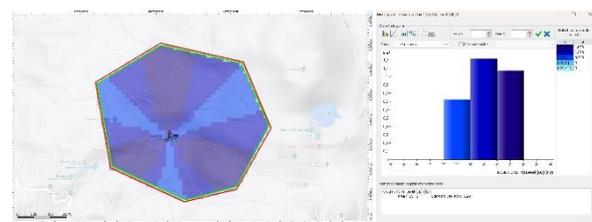


GAMBAR 1
Hasil Perancangan dan Perhitungan nilai RSRP

merupakan histogram hasil simulasi menggunakan software Atoll yang menunjukkan kuat sinyal LTE yang diterima oleh user. Berdasarkan hasil simulasi, didapatkan data sebagai berikut:

- Sebesar 0,015Km² daerah perancangan memiliki nilai RSRP dalam range sangat bagus yaitu -70dBm sampai -80dBm.
 - Sebesar 0,445 Km² daerah perancangan memiliki nilai RSRP dalam range bagus yaitu -80dBm sampai -90dBm.
 - Sebesar 2,08 Km² daerah perancangan memiliki nilai RSRP dalam range cukup yaitu -90dBm sampai -100dBm.
 - Sebesar 0,47 Km² daerah perancangan memiliki nilai RSRP dalam range buruk yaitu -100dBm sampai -140dBm.
- Sehingga nilai rata rata RSRP pada daerah perancangan adalah -94.89dBm.

Selanjutnya, gambar 2 merupakan histogram hasil simulasi menggunakan software Atoll yang menunjukan kualitas dari sinyal LTE yang diterima oleh user. Berdasarkan hasil simulasi, didapatkan data sebagai berikut:



GAMBAR 2
Hasil Perancangan dan Perhitungan nilai RSRQ

- Sebesar 1,073 Km² daerah perancangan memiliki nilai RSRQ dalam range sangat bagus yaitu 30dB sampai 20dB.

- Sebesar 1,213 Km² daerah perancangan memiliki nilai RSRQ dalam range bagus yaitu 20dB sampai 10dB.
 - Sebesar 0,725 Km² daerah perancangan memiliki nilai RSRQ dalam range cukup yaitu 10dB sampai 0dB.
 - Sebesar 0 Km² daerah perancangan memiliki nilai RSRQ dalam range buruk yaitu 0dB sampai -20dB.
- Sehingga nilai rata rata RSRQ pada daerah perancangan adalah 15,71 dB.

Analisis Hasil Pengujian

Analisis Nilai RSRP dan RSRQ

Berikut adalah penjelasan mengenai parameter kuat sinyal RSRP sangat bagus, bagus, kurang bagus dan tidak ada sinyal:

TABEL 12
Parameter RSRP

RSRP	Signal Strength
$\geq -80\text{dBm}$	Excellent
-80dBm sampai -90dBm	Good
-90dBm sampai -100dBm	Fair to Poor
$\leq -100\text{dBm}$	No Signal

Selanjutnya adalah penjelasan mengenai parameter kuat sinyal RSRQ sangat bagus, bagus, kurang bagus dan tidak ada sinyal:

TABEL 13
Parameter RSRQ

RSRQ	Signal Quality
$\geq -10\text{dB}$	Excellent
-10dB sampai -15dB	Good
-15dB sampai -20dB	Fair to Poor
$\leq -20\text{dB}$	No Signal

V. KESIMPULAN

Pengujian dilakukan pada seluler menghitung RSRP untuk mengetahui kuat sinyal yang diterima oleh user dan menghitung RSRQ untuk mengetahui kualitas sinyal yang diterima oleh user.

Hasil perhitungan simulasi menggunakan Atoll di dapatkan nilai RSRQ rata rata 15,71dB. Nilai RSRQ termasuk pada kategori excellent yang berarti memiliki kualitas sinyal yang sangat bagus.

Hasil perhitungan simulasi menggunakan Atoll di dapatkan nilai RSRP rata rata -94,89dBm. Nilai RSRP termasuk pada kategori fair to poor yang berarti masih tergolong cukup tapi memungkinkan untuk mengalami penurunan performa saat nilai RSRP mendekati -100dBm.

REFERENSI

- [1] Mandrazhi, Z. (2019). Forecasting and Planning of Agricultural Production of the Region. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 47, 1165–1168.
<https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualnye-podhody-k->
- [2] Sihotang, M.T.G., Hafidudin and Cahyono, S.T. (2019) PERENCANAAN JARINGAN LTE-ADVANCED MENGGUNAKAN METODE INTER-BAND

CARRIER AGGREGATION DI KOTA KARAWANG, <https://repository.telkomuniversity.ac.id>. Available at: https://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/153132/jurnal_eproc/perencanaan-jaringan-lte-advanced-menggunakan-metode-inter-band-carrier-aggregation-di-kota-karawang.pdf (Accessed: 09 June 2023).

