

**ANALISIS PERENCANAAN MIGRASI JARINGAN 3G MENUJU JARINGAN LTE  
(LONG TERM EVOLUTION) STUDI KASUS PUSAT KOTA KUDUS  
ANALYSIS OF MIGRATION PLANNING 3G NETWORK TO LTE (LONG TERM EVOLUTION)  
NETWORK CASE STUDY KUDUS**

**Latifah Hidayanti<sup>1</sup>, Uke Kurniawan Usman<sup>2</sup>, Dhimas Syahril Fattah Inhardy<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Telkomsel Regional Jateng dan DIY

[latifa@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:latifa@student.telkomuniversity.ac.id), [ukeusman@telkomuniversity.ac.id](mailto:ukeusman@telkomuniversity.ac.id), [dhimas.syahril@gmail.com](mailto:dhimas.syahril@gmail.com)

**Abstrak**

Kota Kudus memiliki luas wilayah 10,47 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sebesar 97961 jiwa. Dengan banyaknya jumlah penduduk tersebut, berpengaruh terhadap banyaknya pengguna seluler di Pusat Kota Kudus. Di Pusat Kota Kudus terdapat 4 NodeB untuk melayani layanan komunikasi data menggunakan teknologi 3G, akan tetapi terdapat salah satu NodeB yang tidak mampu melayani kebutuhan komunikasi data karena kapasitas trafik yang penuh. Selain kapasitas trafik yang penuh, permintaan *payload* yang tinggi, banyaknya *handset* pengguna yang sudah *support* LTE dan banyaknya pelanggan yang sudah menggunakan USIM. Pada Tugas Akhir ini membahas tentang analisis perencanaan migrasi dari jaringan 3G ke jaringan *Long Term Evolution* (LTE). Pembahasan pada Tugas Akhir ini fokus pada perencanaan jaringan radio yaitu perencanaan pada sisi *capacity* dan *coverage*. Proses perencanaan teknologi LTE memperhitungkan jumlah penduduk usia produktif yang digunakan untuk estimasi pengguna layanan LTE di Pusat Kota Kudus, kemudian memperkirakan estimasi pengguna teknologi LTE 5 tahun yang akan datang. Setelah melakukan perencanaan maka dilakukan simulasi menggunakan *software* Atoll dan dilakukan analisis terhadap hasil perencanaan. Perencanaan migrasi jaringan LTE memiliki kualitas dan kapasitas throughput sel yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi *existing* jaringan 3G. Dimana kondisi *existing* jaringan 3G di tahun 2017 terdapat 4 site sedangkan setelah dilakukan perencanaan migrasi ke jaringan LTE jumlah site yang dibutuhkan adalah 7 site dengan radius 0,532 km. Hasil perencanaan migrasi ke jaringan LTE diperoleh rata-rata throughput setelah dilakukan migrasi ke LTE sebesar 19672 Kbps, sedangkan saat kondisi *existing* rata-rata throughput sebesar 1255 Kbps. Pada simulasi trafik saat kondisi *existing* jumlah user yang terhubung ke jaringan sebesar 20% dan jumlah user yang tidak dapat terhubung ke jaringan sebesar 80%. Sedangkan setelah dilakukan migrasi jumlah user yang terhubung 99% dan yang tidak terhubung 1%. Dengan ini, level sinyal terima sebelum dan sesudah dilakukan migrasi ke jaringan LTE naik sebesar 45,16% dan agregate throughput upload dan download berturut-turut naik sebesar 157,87% dan 318,87%.

**Kata kunci :** Migrasi, 3G, Perencanaan, LTE, *Coverage*, dan *Capacity*.

**Abstract**

Kudus has an area of 10.47 km<sup>2</sup> with a population of 97961 inhabitants. With the large number of inhabitants, it affects the number of mobile phone users in the Kudus City Center. In the Kudus City Center there are 4 NodeB to serve data communication services using 3G technology, but there is one NodeB is unable to serve the data communication needs because of its full traffic capacity. In addition to full traffic capacity, high payload demand, the number of handset users who already support LTE and the number of customers who already use USIM. In this Final Project discuss about migration planning analysis from 3G network to Long Term Evolution (LTE) network. Discussion on this Final Project focus on radio network planning is planning on the side of capacity and coverage. The LTE technology planning process takes into account the number of productive age populations used for the estimated LTE service users in the Kudus City Center, then estimates the estimated 5 years LTE technology users. After doing the planning then done the simulation using Atoll software and conducted analysis to result of planning. LTE network migration planning has better cell throughput quality and capacity compared to existing 3G network conditions. Where the existing condition of 3G networks in 2017 there are 4 sites as soon as done planning migration to the LTE network the number of sites required is 7 sites with a radius of 0.532 km. The result of migration planning to LTE network obtained average throughput after migration to LTE of 19672 Kbps, while the existing conditions average throughput of 1255 Kbps. In the simulation of traffic when the existing conditions of the number of users connected to the network by 20% and the number of users who can not connect to the network by 80%. Meanwhile, after the migration of the number of users who connect 99% and the number of users who are not connected 1%. With this, the signal levels received before and after migration to the LTE network increased by 45.16% and the aggregate throughput of upload and download successively increased by 157.87% and 318.87%.

**Keywords:** Migration, 3G, Planning, LTE, *Coverage*, and *Capacity*.

## 1. PENDAHULUAN

Menyediakan kualitas layanan komunikasi data yang memiliki kualitas yang baik merupakan tantangan bagi operator telekomunikasi untuk meningkatkan kebutuhan akan layanan komunikasi data terutama di pusat kota seperti, di pusat Kota Kudus. Kota Kudus memiliki luas wilayah 10,47 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sebesar 97,961 jiwa[1]. Di Pusat Kota Kudus terdapat 4 NodeB untuk melayani layanan komunikasi data menggunakan teknologi 3G, akan tetapi terdapat salah satu NodeB yang tidak mampu melayani kebutuhan komunikasi data karena kapasitas trafik yang penuh. Selain kapasitas trafik yang penuh, permintaan *payload* yang tinggi, banyaknya *handset* pengguna yang sudah *support* LTE dan banyaknya pelanggan yang sudah menggunakan USIM. Dengan kata lain, maka dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mendukung kebutuhan layanan komunikasi data dengan kecepatan tinggi dan dapat mendukung semua fitur layanan yang digunakan. Pada kondisi eksisting jaringan 3G menunjukkan rata-rata trafik *payload* 3G dari 4 NodeB sebesar 41989,79 Mbit per hari. Hal ini menunjukkan bahwa trafik *payload* 3G mengalami overload trafik karena melebihi kapasitas maksimum trafik *payload* 3G sebesar 40000 Mbit per hari. Rata-rata hasil drive test jaringan 3G berdasarkan parameter RSCP, Ec/No, dan throughput berturut-turut sebesar -108,15 dBm, -36,68 dB, dan 1255 Kbps. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan sisi coverage, capacity, dan throughput mengalami masalah low coverage, low capacity, dan low throughput sehingga perlu dilakukan upgrade sistem ke jaringan LTE. Pada penelitian ini, membahas perencanaan migrasi jaringan 3G ke jaringan LTE dengan mengambil studi kasus Operator Telkomsel di Pusat Kota Kudus. Penelitian ini fokus pada perencanaan jaringan radio yaitu pada sisi *coverage* dan *capacity*. Proses perencanaan jaringan LTE dilakukan dengan memperhitungkan kondisi *existing* jaringan 3G, trafik *payload* 3G dan data jumlah penduduk usia produktif dari BPS Kota Kudus yang digunakan untuk estimasi pengguna layanan LTE di Pusat Kota Kudus, kemudian memperkirakan estimasi pengguna layanan LTE 5 tahun yang akan datang. Setelah melakukan perencanaan jaringan LTE maka dilakukan simulasi menggunakan *software* Atoll 3.2.1 dan dilakukan analisis terhadap hasil perencanaan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A Teknologi Radio WCDMA[2]

Teknologi WCDMA adalah teknologi radio yang digunakan pada sistem 3G/UMTS. Teknologi WCDMA sangat berbeda dengan teknologi jaringan radio GSM. Pada jaringan 3G dibutuhkan kualitas suara yang lebih baik, data rate yang semakin tinggi (mencapai 2 Mbps dengan menggunakan *release* 99, dan mencapai 10 Mbps dengan menggunakan HSDPA) oleh sebab itu *bandwidth* sebesar 5 MHz dibutuhkan pada sistem WCDMA.

### B Overview Long Term Evolution (LTE)[3]

Long Term Evolution (LTE) merupakan pengembangan standart teknologi 3GPP, dengan menggunakan skema multiple access OFDMA pada downlink dan SC-FDMA pada uplink, dengan orthogonalitas antara user sehingga mengurangi interferensi dan meningkatkan kapasitas. LTE merepresentasikan standar teknologi wireless masa depan kelanjutan dari teknologi UMTS yang berevolusi dari arsitektur berbasis Circuit Switch (CS) dan Packet Switch (PS) menjadi arsitektur berbasis All-IP.

### C Parameter Kondisi Jaringan Existing

Kondisi jaringan existing yang baik ditentukan oleh kemampuan suatu jaringan untuk dapat melayani komunikasi dengan baik. Komunikasi dapat dikatakan berjalan dengan baik apabila memenuhi nilai parameter yang telah distandarkan operator. Parameter yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu RSCP, Ec/No, dan *throughput*.

### D Parameter Jaringan LTE

Unjuk kerja suatu jaringan ditentukan oleh kemampuan radio untuk dapat memulihkan informasi aslinya. Sebuah radio dibentuk dari perangkat keras RF, beberapa perangkat keras lainnya serta perangkat lunak pemroses sinyal. Perangkat keras RF memiliki SINR yang telah ditetapkan untuk mengambil informasi dari sinyal yang diterima. SINR yang dibutuhkan tidak sama, tergantung lingkungan dan laju errornya tiap kemungkinan *throughput*. Karena itu, unjuk kerja radio harus diperkirakan untuk semua kemungkinan yang terjadi. Parameter yang analisis yang dibahas yaitu RSRP, SINR, dan *throughput*.

### E Migrasi Jaringan 3G menuju LTE

Teknologi Jaringan 3G memiliki karakteristik masing-masing. Suatu jaringan seluler dikatakan masih layak digunakan apabila dalam mengakomodasi trafik yang ditinjau dari pertumbuhan kebutuhan trafik *user* pada cakupan suatu *site* berbanding dengan kapasitas jaringan itu sendiri. Jika kebutuhan trafik *user* masih bisa di bawah dari kapasitas maksimum trafik pada suatu jaringan, maka jaringan tersebut dapat dikatakan masih layak untuk digunakan. Namun, jika kondisi kebutuhan trafik *user* melebihi kapasitas jaringan yang disediakan, maka kondisi jaringan tersebut akan kurang baik dikarenakan terjadinya *blocking*, *drop call*, *handover failure*, dll. Pada saat kondisi tersebut terjadi, maka dapat diatasi dengan cara melakukan migrasi jaringan pada suatu teknologi yang memungkinkan untuk memenuhi kapasitas trafik *user*.

### F Model Propagasi COST-231

Model COST-231 adalah model pengukuran yang merupakan ekstensi dari Hata model, dan juga metode prediksi empiris yang didasarkan pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara terus menerus pada frekuensi 1500 MHz sampai 2000 MHz. Persamaan model COST-231 adalah sebagai berikut [4]:

$$L_p = 46,3 + 33,9 \log f_c - 13,82 \log h_b - a(hr) + (44,9 - 6,55 \log h_b) \log d + CM \quad (1)$$

## G Perencanaan Jaringan LTE

### a. Capacity Planning

- Forecasting Number User

Untuk memprediksi trafik pelanggan untuk n tahun kedepan adalah melakukan peramalan pertumbuhan penduduk dengan persamaan sebagai berikut[4]:

$$U_n = U_0 x (1 + f_p)^n \quad (2)$$

- Single User Throughput

Dari *traffic model* layanan dapat dihitung besar *throughput* / layanan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Throughput} = \text{Bearer rate} \times \text{Session time} \times \text{session duty ratio} \times \left[ \frac{1}{1 - \text{BLER}} \right] \quad (3)$$

Untuk menghitung *single user throughput* menggunakan persamaan:

$$\text{Single user throughput} = \frac{\text{Throughput} \times \text{BHS} \times \text{penetration rate} \times (1 + \text{peak to average ratio})}{3600} \quad (4)$$

- Network Throughput

Kepadatan trafik LTE didapatkan dari persamaan:

$$\text{Network throughput} = \text{total target user} \times \text{single user throughput} \quad (5)$$

Perhitungan kapasitas *throughput* tiap sel dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$DL \text{ cell capacity} + CRC = (168 - 36 - 12) \times \text{code bits} \times \text{code rate} \times N_{rb} \times C_x \times 1000 \quad (6)$$

- Jumlah Site

Dimensioning sel bertujuan untuk memberikan estimasi tentang kapasitas tiap *site* dan jumlah *site*. Kapasitas tiap *site* dapat dihitung setelah melakukan analisis konfigurasi perangkat untuk simulasi sistem.

$$\text{Jumlah site/sel} = \frac{\text{kapasitas eNodeB}}{\text{Network throughput} \times \text{jumlah sektor}} \quad (7)$$

$$\text{Luas cakupan sel} = \frac{\text{luas daerah layanan}}{\text{jumlah sel}} \quad (8)$$

$$\text{Jari - jari sel} = \sqrt{\frac{\text{luas cakupan sel}}{1.95}} \quad (9)$$

### b. Coverage Planning

Pada penelitian ini dilakukan perencanaan jaringan LTE dari sisi *coverage downlink*.

Untuk arah *downlink* persamaan EIRP (*Equivalent Isotropic Radiated Power Subcarrier*) sebagai berikut[5].

$$\text{EIRP}_{\text{subcarrier}} = \text{TxPower} + \text{Antena Gain} - \text{Cable loss} \quad (10)$$

Sedangkan untuk persamaan *Receiver Sensitivity* (RS) arah *downlink* sebagai berikut[5]:

$$RS_{\text{ue}} = \text{SINR} + \text{TN} + \text{NF}_{\text{ue}} \quad (11)$$

Sehingga didapatkan persamaan MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) untuk arah *downlink* sebagai berikut[5]:

$$\text{MAPL}_{\text{downlink}} = \text{EIRP} - \text{RS} - \text{IM} - \text{PL} - \text{FM} + \text{Rx Gain} - \text{BL} \quad (12)$$

Luas sel *coverage area* diperoleh setelah mendapatkan nilai sel radius. Persamaan untuk mendapatkan luas sel sebagai berikut[4]:

$$\text{Luas sel} = 1.95 \times 2.6 \times d^2 \quad (13)$$

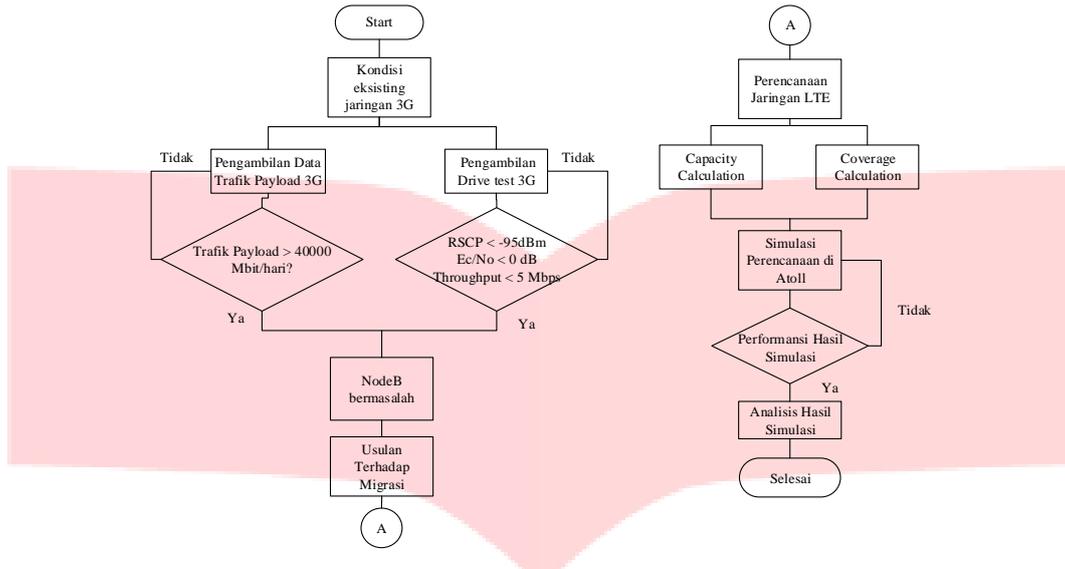
Sehingga diperoleh persamaan untuk jumlah sel sebagai berikut:

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Luas area layanan}}{\text{Luas sel}} \quad (14)$$

## 3. HASIL DAN PERENCANAAN

### A. Langkah Perencanaan

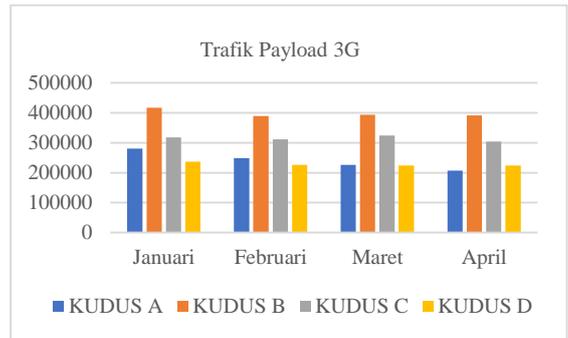
Adapun diagram alir pengerjaan Tugas Akhir perencanaan migrasi jaringan 3G menuju LTE ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

**B. Trafik Payload 3G**

Jika dilihat dari Gambar 2 diatas yang menunjukkan trafik *payload* untuk beberapa *site* di pusat kota Kudus yang bermasalah, dapat dilihat dari *site* KUDUS A pada bulan januari merupakan puncak trafik *payload*-nya tinggi yaitu sebesar 281061,5 Mbit, tetapi pada bulan februari, maret dan april trafik *payload* *site* KUDUS A mengalami penurunan menjadi 248395,4, 226406,8, dan 207599,4 Mbit. Pada *site* KUDUS B dan *site* KUDUS C trafik *payload*-nya cenderung naik turun setiap bulan dapat dilihat pada bulan januari trafik *payload* tinggi kemudian bulan february trafik *payload* menurun dan mengalami peningkatan trafik *payload* di bulan maret. Sedangkan pada *site* KUDUS D trafik *payload* pada bulan januari tinggi, sedangkan pada bulan february, maret, dan april mengalami penurunan trafik *payload*-nya.



Gambar 2 Trafik Payload 3G[6]

**C. Perencanaan Jaringan LTE**

**a. Capacity Planning**

Untuk mendapatkan *cell average throughput* pada DL dan UL menggunakan persamaan (5) dengan memerhatikan *throughput* pada setiap layernya yaitu yang terdiri dari IP, PDCP, RLC, MAC dan Physical. Dalam perhitungan number of eNodeB di dapatkan hasil terbesar dari pembagian total network thoughput terhadap cell average throughput dan site capacity dengan menggunakan persamaan (2), (4), (5), (6), (7), (8), dan (9). Kemudian didapatkan cell radius dengan menggunakan persamaan (1).

Tabel 1 Total Site Calculation

Parameter	Formula	Downlink
Area Wide (km2)	a	10,47
Users	b	22855
Network Throughput (Mbps)	c	414,36
Site Capacity (Mbps)	d	33,23
Number of site	e	4,15
Number of user per site	f = b/e	5507,22
Luas cakupan (km2)	g = a/d	0,3150
Jari-jari sel (km)	h = √g/1.95	0,4019

Berdasarkan perhitungan dari sisi kapasitas dihasilkan jumlah site yang direncanakan, di dapatkan jari-jari sel sebesar 0,4019 km, sehingga tahap selanjutnya menentukan *pathloss* untuk perencanaan *coverage* menggunakan model propagasi COST-231 pada persamaan (1) sebagai berikut.

$$a(hR) = (1,1 \log 1857,5 - 0,7) * 1,5 - (1,56 \log 1857,5 - 0,8) = 0,05 \text{ dB}$$

$$CM = 0 \text{ dB}$$

Maka, nilai *pathloss* dengan model propagasi COST-231 :

$$PL = 46,3 + 33,9 \log 1857,5 - 13,82 \log 30 - 0,05 + (44,9 - 6,55 \log 30) \log 0,4019 + 0$$

$$PL = 46,3 + 110,81 - 20,41 - 0,05 - 13,94 + 0 = 122,71 \text{ dBm}$$

### b. Coverage Planning

Pada penelitian ini dilakukan perencanaan jaringan LTE dari sisi *coverage downlink*.

Menentukan EIRP dengan persamaan (10) adalah sebagai berikut.

$$EIRP = eNodeB \text{ Tx Power} + eNodeB \text{ Gain} - \text{Cable loss} = 43 \text{ dBm} + 18 \text{ dB} - 2 \text{ dB} = 59 \text{ dBm}$$

Sedangkan untuk *Sensitivity Rx* arah *downlink* dengan persamaan (11) adalah sebagai berikut

$$RSue = TN + NFue + SINR = -104 \text{ dB} + 7 \text{ dB} + (-7 \text{ dB}) = -104 \text{ dBm}$$

Sehingga didapatkan MAPL (*Maximum Allowable Pathloss*) untuk arah *downlink* berdasarkan persamaan (12) pada Tabel 2 sebagai berikut.

**Tabel 2** MAPL Downlink LTE[7]

	Parameter	Downlink	Calculation
General	Operation Band (Mhz)	1857,5	A
	Resource Block	100	B
Transmitter	eNodeB Tx Power (dB)	43	C
	eNodeB Gain (dBi)	18	D
	Cable Loss (dB)	2	E
	EIRP (dBm)	59	F = C + D + E
Receiver	UE Noise Figure (dB)	7	F
	Thermal Noise (dBm)	-104	G = k * T * B
	Receiver Noise Floor (dBm)	-97	H = F + G
	SINR (dB)	-7	I
	Receiver Sensitivity (dBm)	-104	J = H + I
	Interference Margin (dB)	10	K
	Penetration Loss (dB)	12	L
	Fading Margin (dB)	10	M
	Rx Antena Gain (dB)	0	N
	Body Loss (dB)	4	O
MAPL (dBm)	127	P = F - J - K - L - M + N - O	

Dari perhitungan dari sisi *coverage* di atas, diambil nilai MAPL dari arah *downlink*. Hal ini karena yang mempengaruhi nilai MAPL adalah dari sisi eNodeB, bukan dari sisi UE. Sehingga, MAPL yang diambil adalah MAPL pada arah *downlink* sebesar 127 dBm. Untuk menentukan nilai jari-jari sel menggunakan persamaan model propagasi COST-231. Perhitungan jari-jari sel berdasarkan pada persamaan (1) sebagai berikut.

$$PL = 46,3 + 33,9 \log fc - 13,82 \log hT - a(hR) + (44,9 - 6,55 \log hT) \log d + CM$$

Dimana:  $a(hR) = (1,1 \log 1857,5 - 0,7) * 1,5 - (1,56 \log 1857,5 - 0,8) = 0,05 \text{ dB}$

$$CM = 0 \text{ dB}$$

Sehingga, didapatkan

$$PL = 46,3 + 33,9 \log 1857,5 - 13,82 \log 30 - 0,05 + (44,9 - 6,55 \log 30) \log d + 0$$

$$127 = 46,3 + 110,81 - 20,41 - 0,05 + (44,9 - 9,675) \log d + 0$$

$$\log d = -0,2739$$

$$d = 0,532 \text{ km} = 532 \text{ m}$$

Dalam perencanaan jaringan LTE ini menggunakan konfigurasi *site 3* sektor (*trisektoral*), dimana luas selnya dinyatakan dalam persamaan (18) sebagai berikut.

$$\text{Luas sel} = 1,95 \times 2,6 \times d^2 = 1,95 \times 2,6 \times (0,532)^2 = 1,44 \text{ km}^2$$

Sehingga, diperoleh jumlah sel berdasarkan pada persamaan (19) sebagai berikut.

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{Luas area}}{\text{Luas sel}} = \frac{10,47}{1,44} = 7,27 \sim 7 \text{ sel}$$

Dari perhitungan jumlah sel di atas, didapatkan jumlah sel yang dibutuhkan untuk area yang akan direncanakan sebanyak 7 sel.

#### 4. ANALISIS

##### A Hasil Drivetest

Berikut merupakan hasil *drive test* pada layanan data yang sudah dilakukan *plotting* menggunakan *software* Map Info 12.0

Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa hasil *drive test coverage* pada saat aktivitas UE *download* menunjukkan bahwa nilai RSCP sebesar -60 dBm sampai -92 dBm sebesar 52% sedangkan RSCP sebesar -102 dBm sampai -120 dBm sebesar 48% merupakan *spot* yang *coverage*-nya kurang baik yang menyebabkan kuat sinyal menjadi lemah.



Gambar 3 Drivetest\_RSCP\_Download

Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa hasil *drive test* layanan data pada saat aktivitas UE *download* menunjukkan bahwa nilai *throughput download* lebih dominan dengan nilai *throughput* lebih dari 0 kbps dengan cakupan 66% merupakan *spot* yang *throughput upload*-nya kurang baik. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat permasalahan *low throughput* di beberapa *spot* yang disebabkan karena *coverage* dan *quality* yang kurang baik.

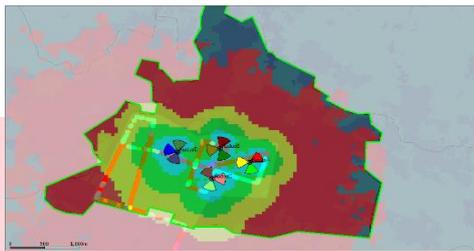


Gambar 4 Drivetest\_Throughput\_Download

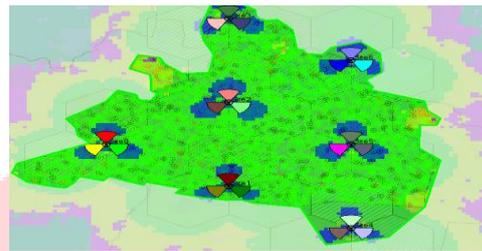
##### B Hasil Simulasi Perencanaan Migrasi Jaringan 3G ke LTE

Hasil perencanaan jaringan LTE diperoleh jumlah site dari sisi *capacity* sebanyak 4 site dengan sel radius sebesar 0,4019 km, dan dari sisi *coverage* sebanyak 7 site dengan sel radius sebesar 0,532 km. Hasil perencanaan yang digunakan untuk simulasi perencanaan jaringan LTE adalah dari sisi *coverage downlink* dengan jumlah site sebanyak 7 site dan sel radius sebesar 0,532 km. Pada simulasi kondisi jaringan existing 3G di tahun 2017 terdapat total site existing sebanyak 4 NodeB, setelah dilakukan migrasi ke jaringan LTE untuk tahun 2021 total site yang dibutuhkan sebanyak 7 eNodeB dengan radius sebesar 0,532 km.

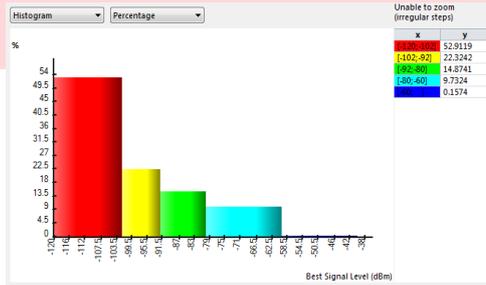
**a. Analisis Coverage**



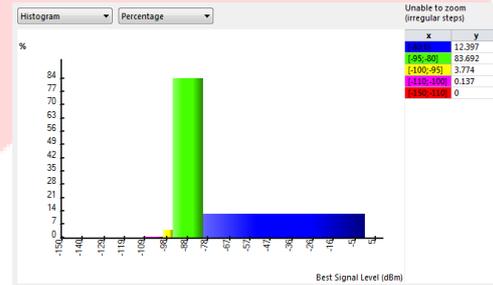
**Gambar 5** Peta Coverage dengan Level Sinyal Terima sebelum migrasi (a)



Peta Coverage dengan Level Sinyal Terima sesudah migrasi (b)



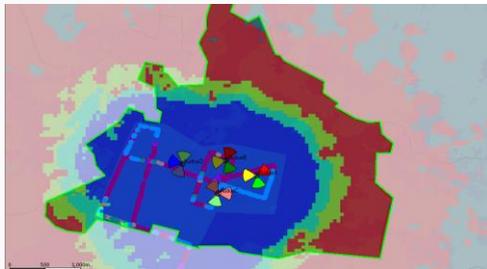
**Gambar 6** Histogram coverage dengan Level Sinyal Terima sebelum migrasi (a)



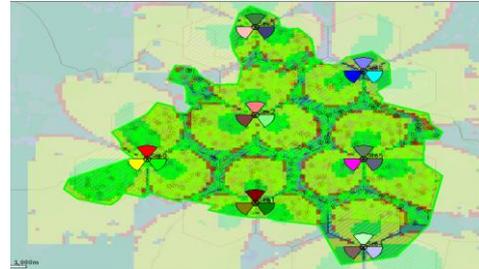
Histogram coverage dengan Level Sinyal Terima sesudah migrasi (b)

Dengan melakukan perencanaan migrasi ke jaringan LTE dapat meningkatkan nilai rata-rata level sinyal terima sebesar 64,79 dBm dimana sebelum dilakukan migrasi ke jaringan LTE nilai rata-rata level sinyal terima sebesar -108,15 dBm.

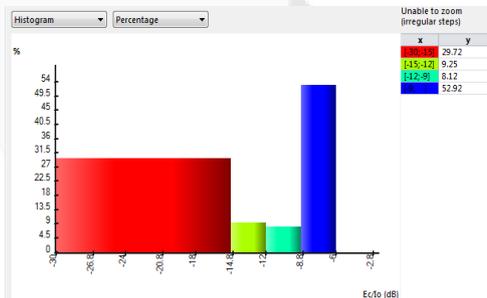
**b. Analisis Capacity**



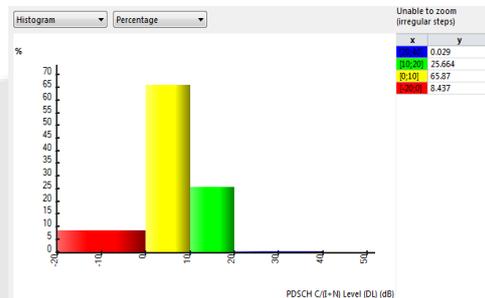
**Gambar 7** Peta Capacity sebelum migrasi (a)



Peta Capacity sesudah migrasi (b)



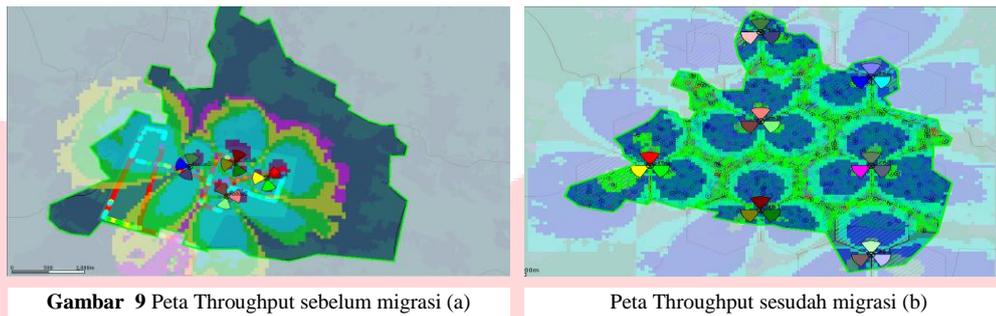
**Gambar 1** Histogram capacity sebelum migrasi (a)



Histogram capacity sesudah migrasi (b)

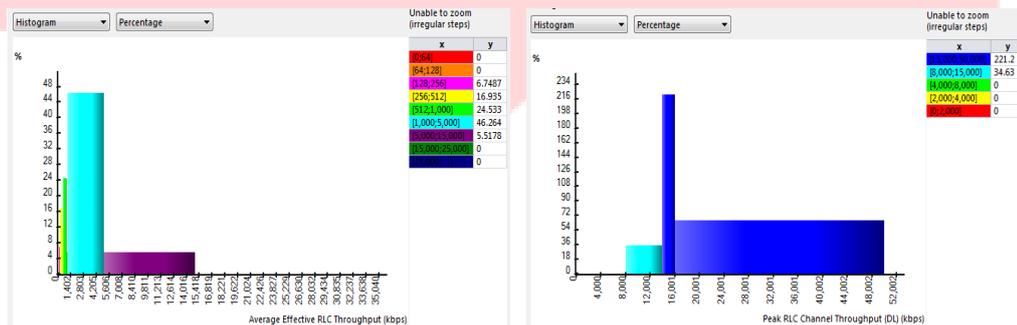
Dengan melakukan perencanaan migrasi ke jaringan LTE dapat meningkatkan nilai rata-rata SINR sebesar 5,42 dB dimana sebelum dilakukan migrasi ke jaringan LTE nilai rata-rata  $E_c/N_0$  sebesar -36,68 dB.

**c. Analisis Throughput**



**Gambar 9** Peta Throughput sebelum migrasi (a)

Peta Throughput sesudah migrasi (b)

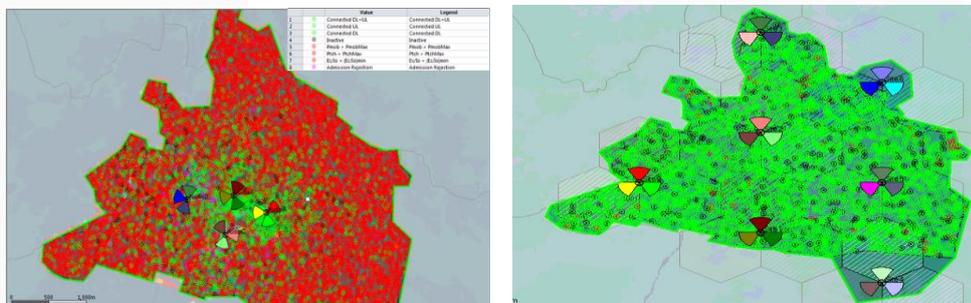


**Gambar 10** Throughput sebelum migrasi (a)

Throughput sesudah migrasi (b)

Dengan melakukan perencanaan migrasi ke jaringan LTE dapat meningkatkan nilai rata-rata throughput sebesar 1255 Kbps dimana sebelum dilakukan migrasi ke jaringan LTE nilai rata-rata throughput sebesar 19672 Kbps.

**d. Analisis Trafik**



**Gambar 11** Trafik dengan sebelum migrasi (a)

Trafik dengan sesudah migrasi (b)

Dengan melakukan perencanaan migrasi ke jaringan LTE dapat meningkatkan jumlah user yang dapat terhubung sebesar 99% dimana sebelum dilakukan migrasi ke jaringan LTE jumlah user yang dapat terhubung sebesar 20%.

**5. KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa diperoleh jumlah site dari sisi *capacity* sebanyak 4 site dengan sel radius sebesar 0,4019 km, sedangkan dari sisi *coverage* sebanyak 7 site dengan sel radius sebesar 0,532 km, sehingga pada penelitian ini digunakan berdasarkan sisi *coverage* sebanyak 7 site dengan sel radius sebesar 0,532 km untuk melayani pelanggan sampai dengan 5 tahun yang akan datang. Dimana rata-rata nilai *coverage* terjadi peningkatan dari -108,15 dBm menjadi -64,79 dBm dengan presentase sebesar 96,089%. Rata-rata nilai *capacity* terjadi peningkatan dari -36,68 dB menjadi 5,42 dB dengan presentase sebesar 91,563%. Rata-rata throughput terjadi peningkatan dari 1255 Kbps menjadi 19672 Kbps, dan pada simulasi trafik untuk user yang dapat terhubung ke jaringan terjadi peningkatan dari 20% menjadi 99% dan user yang tidak dapat terhubung ke jaringan mengalami penurunan dari 80% menjadi 1%.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] "Kecamatan Kota Kudus Dalam Angka 2017."
- [2] L. Wardhana, *2G/3G RF Planning and Optimization for Consultant (plus introduction to 4G)*. 2011.
- [3] L. Wardhana, *4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia*. 2014.
- [4] Uke Kurniawan Usman, *Fundamental Teknologi Seluler LTE (Long Term Evolution)*. 2012.
- [5] S. Sesia, I. Toufik, and M. (Matthew P. J. . Baker, *LTE - the UMTS long term evolution : from theory to practice*. Wiley, 2011.
- [6] Telkomsel Regional Jateng & DIY, "Annual Report."
- [7] Huawei Technologies, "LTE Radio Network Planning Introduction," 2010.