

PERENCANAAN DAERAH CAKUPAN eNodeB JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE) FREKUESNI 1800 MHz DI KOTA BOGOR

eNodeB COVERAGE PLANNING OF LONG TERM EVOLUTION (LTE) NETWORK ON 1800 MHz IN BOGOR CITY

Ikhwanul Kiram^[1], Uke Kurniawan Usman, Ir., MT.^[2], Linda Meylani, ST., MT.^[3]

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹wawankiram@gmail.com, ²ukeusman@telkomuniversity.ac.id, ³lim@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Adanya peningkatan layanan voice dan data pada daerah urban, salah satunya Kota Bogor, membuat service provider merasa perlu untuk memperbaiki jaringan yang sudah ada agar jaringan dapat mencakup area yang lebih luas. *Teknologi long Term Evolution (LTE)* dengan kecepatan dan mobilitasnya dapat memberi jawaban akan kebutuhan voice dan data tersebut. Pada penelitian kali ini, dilakukan perencanaan jaringan LTE pada frekuensi 1800 MHz di Kota Bogor. Perencanaan yang telah dilakukan adalah perencanaan dari segi coverage dengan mengukur link budget dengan melakukan proses *refarming* dan *co-existing* sebelumnya. Kemudian dilakukan perencanaan sesuai dengan *neighbour relation* dan *Physical Identity Cell (PCI)*. Parameter-parameter yang digunakan pada tugas akhir ini sesuai dengan standa vendor telekomunikasi Huawei. Penggunaan PCI dilakukan untuk memberi identitas pada suatu cell. Simulasi pada tugas akhir ini menggunakan software atoll dari forsk. Nilai parameter dibandingkan Antara sebelum dan sesudah menggunakan PCI. Luas wilayah cakupan nilai BLER pada range 0 – 0.05 dari 97.1 km² menjadi 97.1 km² setelah menggunakan PCI, meningkat 0.6m² atau 0.62%, sehingga nilai C/(I+N) yang didapat setelah menggunakan PCI meningkat 0.16 dB dari sebelum menggunakan PCI yaitu 7.34 dB menjadi 7.50 dB, dan average throughput meningkat 489.35 kbps dari 25.568, 05 kpbs menjadi 26.057,4 kpbs.

Kata Kunci : Long Term Evolution, macro cell, coverage, neighbor relation, physical identity cell, BLER, C/(I+N), throughput

Abstract

The increase in voice and data services in urban areas, one of which is Bogor City, make service providers feel the need to improve the existing network so the network can cover a wider area. Technology Long Term Evolution (LTE) with speed and mobility can give the answers to the needs of voice and data. In this present study, carried out planning LTE network in the 1800 MHz frequency in the city of Bogor. Planning is the planning that has been done in terms of coverage by measuring link budget with the process of *refarming* and *co-existing* before. Then do the planning in accordance with the neighbour relations and Physical Cell Identity (PCI). The parameters used in this thesis in accordance with the standard telecom vendor Huawei. The use of PCI is to give identity to a cell. Simulation in this thesis using software atoll of Forsk. The parameter value compared according to before and after PCI using. Total area of BLER coverage in the range 0 - 0:05 is 97.1 km² and became 97.7 km² after using PCI, increases 0.6 km² or 0.62%, so the value of C / (I + N) increased by 0:16 dB after using PCI, before using PCI is 7.34 dB and to 7:50 dB after, and average throughput increased 489.35 kbps from 25.568.05 kpbs to 26.057.4 kpbs.

Keywords: Long Term Evolution, macro cell, coverage, neighbor relation, physical identity cell, BLER, C/(I+N), throughput

1. Pendahuluan

Kota Bogor merupakan daerah terintegrasi pariwisata dengan Jalur Puncak. Sering terjadi penumpukan user pada Kota Bogor tidak dapat dihindari terutama ketika weekend dan hari libur. Sehingga, sangat dibutuhkan jaringan yang mempunyai *high data rate* dan mobilitas yang tinggi di Kota Bogor. Penggunaan teknologi *Long Term Evolution (LTE)* yang mempunyai *high data rate* dan mobilitas yang tinggi sangat tepat untuk diimplementasikan di Kota Bogor. Badan Standarisasi 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) memperkenalkan teknologi *Long Term Evolution (LTE)* pada *release 8*, dengan mobilitas dan kecepatan yang tinggi untuk melayani kebutuhan pelanggan terutama dalam akses data dengan kecepatan tinggi^[1].

LTE merupakan teknologi berbasis *Internet Protocol (IP)* dengan peningkatan kecepatan yang cukup besar dibanding teknologi sebelumnya pada *HSDPA release 5*, untuk arah downlink kecepatannya mencapai 100 Mbps dan untuk arah uplink mencapai 50 Mbps^[3]. Bandwidth yang tersedia *scalable* yaitu 1.4, 3,5, 10, 15, 20 MHz^[3].

Perencanaan jaringan LTE pada pusat Kota Bogor dilakukan dengan untuk mendapatkan jumlah site dan luas cakupan seluruh Kota Bogor sehingga tidak ada *blank spot*. Setelah jumlah site di-plotting, maka

dilakukan *neighbor planning* dalam *Evolved-Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)* untuk membuat *neighbor list*. Pada Tugas Akhir kali ini menggunakan frekuensi 1800 MHz sesuai dengan anjuran MENKOMINFO untuk menggunakan frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz pada jaringan *Long Term Evolution (LTE)*^[12]. Frekuensi 1800 MHz sebelumnya dialokasikan untuk penggunaan teknologi 2G (DCS) untuk beberapa operator yang ada di Indonesia. Dalam Tugas Akhir ini, akan dirancang jaringan LTE dengan menggunakan metode *planning* berdasarkan *coverage* pada frekuensi kerja 1800 MHz. Setelah itu akan dilakukan tahap perencanaan selanjutnya dengan menggunakan *Physical Cell Identity (PCI)* untuk dapat memberi suatu kode unik pada setiap cell dengan frekuensi alokasi maksimum kemudian dirancang beberapa skenario penggunaan alokasi *PCI reuse*, sehingga didapatkan antar cell tidak saling menginterferensi dengan adanya pemberian identitas di masing-masing cell.

2. Dasar teori

2.1 Long Term Evolution[1]

Long Term Evolution (LTE) merupakan sebuah nama yang diberikan pada sebuah proyek dari Third Generation Partnership Project (3GPP) untuk memperbaiki standart teknologi seluler generasi ketiga (3G) yaitu UMTS WCDMA^[1]. Teknologi LTE merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSDPA (3.5), dan LTE disebut sebagai kandidat generasi keempat (4G). Teknologi ini mampu memberikan kecepatan akses data hingga mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink*^[3]. Selain itu, LTE mampu mendukung aplikasi yang secara umum terdiri dari layanan voice, data, video, termasuk juga IPTV. Layanan-layanan yang ditawarkan full IP based.

2.1 Konfigurasi Jaringan LTE

Dalam konfigurasi jaringan LTE, teknologi ini mampu menyediakan interoperability dengan teknologi 3GPP maupun non-3GPP. Arsitektur di LTE ini memungkinkan dapat terjadinya integrasi dengan teknologi sebelumnya seperti UMTS Release 99/4, HSDPA Release 5, HSPA Release 6, dan HSPA+ Release 7^[1]. LTE memiliki radio access dan core network yang dapat mengurangi network latency serta dapat meningkatkan performansi dari sistem. P

2.2 Physical Cell Identity

Untuk dapat mengakses jaringan diperlukan Physical Cell Identity (PCI) yang digunakan oleh UE untuk identifikasi cell, dengan sinkronisasi waktu dan frekuensi. Prinsip kerja dari PCI hampir sama dengan pengalokasian scrambling code (SC) yang digunakan untuk membedakan dan memberi identitas sel dalam sistem WCDMA^[4]. PCI memiliki 504 kode dengan pembagiannya terdapat 168 grup pada 3 identitas cell. Tiga identitas cell dalam 1 grup biasanya disebut cell sektor yang dikontrol dalam eNodeB yang sama. Dengan pengalokasian PCI berkaitan erat dengan Neighbour Cell Relation (NCR) list yang dapat otomatis dapat diperbarui, salah satunya dengan melihat laporan pengukuran handover yang terjadi. PCI harus unik untuk mengidentifikasi cell tetangga dalam hal melayani trafik eNodeB. Jarak penggunaan kembali kode tersebut harus cukup besar, sehingga UE tidak dapat menghitung dan memberi laporan kepada 2 cell dengan PCI yang sama, Tujuannya untuk mengetahui sinyal referensi untuk downlink dan uplink^[4].

2.4.1 Skema Pengalokasian PCI

PCI berfungsi sebagai pengidentifikasi utama dalam prosedur handover. Agar proses handover berjalan dengan sukses, maka alokasi PCI dalam jaringan LTE harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Collision-free, berarti kode PCI harus unik dalam suatu area dimana suatu sel dicakup. Kondisi ini terjadi jika terdapat dua sel tetangga yang tidak memiliki kode PCI yang sama.
2. Confusion-free, berarti sebuah sel tidak diperbolehkan memiliki sel tetangga dengan PCI sama yang berdekatan. Kondisi ini terjadi jika tidak ada satupun sel-sel yang memiliki 2 sel tetangga dengan PCI yang berdekatan.

2.3 Coverage Planning

2.3.1 Uplink Calculation

Untuk arah uplink *Power Receiver* digambarkan sebagai *Receiver Sensitivity (RS)* dari UE arah *uplink*

[6].

$$RS_{eNodeB} = SINR + TN_{eNodeB} + NF_{eNodeB} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

- RS_{eNodeB} : Receiver Sensitivity (dBm)
- NF_{eNodeB} : Noise Figure eNodeB (dB)
- TN_{eNodeB} : Thermal Noise per sub-carrier (dBm)
- SINR : Required Signal Interference Noise Ratio (dB)

Sehingga akan didapatkan persamaan *Minimum Signal Reception Strength* (MSRS) *uplink* adalah sebagai berikut :

$$MSRS = RS_{eNodeB} + L_{cable} + IM + GR \dots \dots \dots$$

Kemudian didapat persamaan MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) untuk arah *uplink* adalah :

$$MAPL_{uplink} = EIRP_{subcarrier} - MSRS - PL - SF \dots \dots \dots (2.2)$$

2.3.2 Downlink Calculation

Untuk arah *Downlink*, persamaan EIRP (*Equivalent Isotropic Radiated Power*) *subcarrier* adalah^[6] :

$$EIRP_{subcarrier} = P_{subcarrier} + GT - L_{cable} \dots \dots \dots (2.3)$$

Sedangkan untuk persamaan *Receiver Sensitivity* (SR) arah *downlink* adalah sebagai berikut :

$$RS_{ue} = TN + NF_{ue} + SINR \dots \dots \dots (2.4)$$

Sehingga akan didapatkan persamaan *Minimum Signal Reception Strength* (MSRS) *downlink* adalah sebagai berikut :

$$MSRS = RS_{ue} + LR_{body} + IM \dots \dots \dots$$

2.3.3 Perhitungan Jari-Jari Cell

Perencanaan dengan frekuensi 1800 MHz, untuk LTE digunakan model propagasi Cost 231 Hata yang bekerja pada frekuensi 1500 - 2000 MHz. Persamaan^[6]:

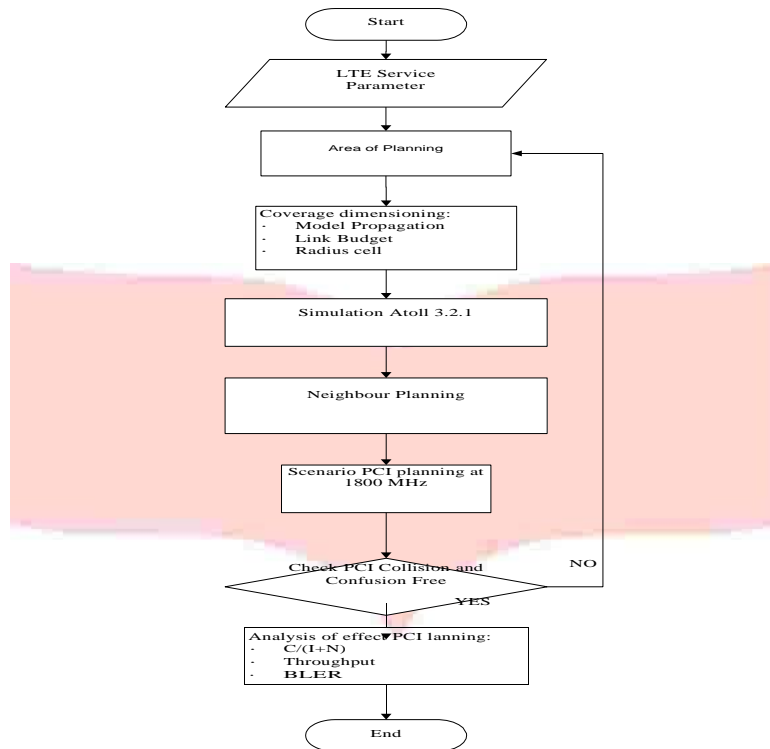
$$PL = 46,3 + 33,9(\log f_c) + 13,82 \log h_T - a(h_R) + (44,9 - 6,55 \log h_T) \log d - C_M \dots (2.6)^{[6]}$$

- Dimana:
- f_{h_R} : frequency transmisi
 - : tinggi antena receiver
 - d : jarak (km)
 - h_T : tinggi antena transmitter
 - a : faktor koreksi tinggi antena
 - C_M : urban = 0 dB
 - dense urban = 3dB

3. Pembahasan

3.1 Langkah Perancangan

Pada bagian ini memaparkan tahapan perancangan LTE. Langkah sistematis akan dijelaskan melalui diagram alir untuk proses pengerjaan tugas akhir digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir

Dilakukan beberapa tahap pengerjaan sebagai alur kerja dengan memperhatikan beberapa aspek yang ingin diperoleh. Hal pertama yang dilakukan adalah mencari data parameter-parameter yang ada pada alat yang digunakan pada Tugas Akhir ini, yaitu alat yang digunakan oleh vendor Telekomunikasi Huawei. Selanjutnya adalah mengetahui daerah yang akan diimplementasikan teknologi LTE, pada Tugas Akhir kali ini adalah Kota Bogor. Setelah itu, yaitu proses perhitungan untuk mencari luas cakupan site yang dimulai dari perhitungan link budget menggunakan model propagasi COST 231 Hata. Setelah mendapatkan luas cakupan site, didapatkan pula jumlah site yang dibutuhkan untuk mencakup keseluruhan wilayah yang akan diimplementasikan teknologi LTE. Proses selanjutnya adalah menggunakan software simulasi atoll 3.2.1, lalu membuat *neighbor list*. Proses selanjutnya adalah mengalokasikan PCI pada tiap cell, lantas memutuskan apakah penggunaan PCI sudah *free collision* dan *free confusion*, jika sudah *free collision* dan *free confusion* proses selanjutnya adalah menghitung dan membandingkan parameter-parameter $C/(I+N)$, throughput, dan BLER sebelum dan sesudah penggunaan PCI

3.2 Coverage Planning

3.2.1 Uplink Calculation

Untuk arah uplink Power Receiver digambarkan sebagai Receiver Sensitivity (RS) dari UE arah uplink berdasarkan persamaan (2.1)

$$\begin{aligned}
 \mathbf{RS}_{NodeB} &= \mathbf{SINR} + \mathbf{T}_{NodeB} + \mathbf{N}_{NodeB} \\
 &= -7 + 132,22 + 2,3 \\
 &= 127,52 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Sehingga akan didapatkan persamaan (2) Minimum Signal Reception Strength (MSRS) Uplink adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{MSRS} &= \mathbf{RS}_{NodeB} + \mathbf{L}_{cable} + \mathbf{IM} + \mathbf{GR} \\
 &= 127,52 + 0,5 + 1 + 18 \\
 &= 147,02 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Kemudian didapat persamaan (3) MAPL (Maximum Allowable Path Loss) untuk arah uplink adalah:

Tabel 1. Link Budget Uplink LTE [10]

Uplink	Parameter	Value	Unit
General	Bandwidth (MHz)	20	A
	Resource Block	100	$B=A*0.9/180$
	Allocated Resource Block	4	C
UE	Max total Tx Power (dBm)	23	D
	Sub-carrier Power (dBm)	6.19	$E= D-\log(12*C)$
	Tx Body Loss	0	F
	EIRP per subcarrier	16.81	$H=D-E-F$
EnB	SINR (dB)	-7	I
	UE Noise figure (dB)	2.3	J
	Thermal Noise (dB)	132.22	$K= 10 \log(1.38*10^{-23}*290*15000)$
	Receiver Sensitivity (dBm)	127.52	$L=I+J+K$
	Receiver Antena Gain (dBi)	18	M
	UE Cable Loss (dB)	0.5	N
	Interference Margin (dB)	1	O
	MSRS (dBm)	147.02	$P= L+M+N+O$
	Penetration Loss (dB)	22	Q
	Shadow Fading Margin (dB)	8	R
	Path Loss (dBm)	-160.21	$S=H-P-Q-R$

3.2.2 Downlink Calculation

Untuk arah downlink, persamaan (2.3) EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) *subcarrier* adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{EIRP}_{\text{subcarrier}} &= P_{\text{subcarrier}} + G_T - L_{\text{cable}} \\
 &= 15,21 + 15 - 3 \\
 &= 27,21 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk persamaan (2.4) Receiver Sensitivity (SR) arah downlink adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{RS}_{\text{ue}} &= \text{TN} + \text{NF}_{\text{ue}} + \text{SINR} \\
 &= 132,22 + 7 + (-9) \\
 &= 130,22 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Sehingga akan didapatkan persamaan Minimum Signal Reception Strenght (MSRS) Downlink adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{MSRS} &= \text{RS}_{\text{ue}} + \text{LR}_{\text{body}} + \text{IM} \\
 &= 130,22 + 0 + 4 \\
 &= 134,22 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Link Budget Downlink LTE [10]

Downlink	Parameter	Value	Unit
General	Bandwidth (MHz)	20	A
	Resource Block	100	B=A*0.9/180
ENodeB	Max total Tx Power (dBm)	46	C
	Sub-carrier Power (dBm)	15.21	D=C-10 log (12*B)
	Cable Loss (dB)	3	E
	Antena Gain (dB)	18	F
	EIRP per subcarrier	30.21	G=D-E-F
UE	SINR (dB)	-9	H
	UE Noise figure (dB)	7	I
	Thermal Noise (dB)	132.22	J= 10 log (1.38*10^-23*290*15000)
	Receiver Sensitivity (dBm)	130.22	K=H+I+J
	UE Body Loss (dB)	0	L
	UE Cable Loss (dB)	0	M
	Interference Margin (dB)	4	N
	MSRS (dBm)	134.22	P= L+M+N+O
	Penetration Loss (dB)	22	Q
	Shadow Fading Margin (dB)	8	R
	Path Loss (dBm)	-134.01	S=H-P-Q-R

3.2.3 Perhitungan Jari-jari Cell

Dalam perencanaan jaringan Long Term Evolution (LTE) ini menggunakan frekuensi 1800 MHz, sehingga model propagasi yang digunakan untuk uplink dan downlink adalah COST 231 – HATA untuk daerah urban dengan persamaan (2.6): Perhitungan uplink

$$PL = 46.3 + 33.9 (\log F) - 13.82 \log h_T - a(h_R) + (44.9 - (6.55 \log h_T)) \log D - CM$$

$$160.21 = 46.3 + 33.9 (\log 1763.75) - 13.82 \log 35 - a(h_R) + (44.9 - (6.55 \log 35)) \log D - 0$$

$$160.21 = 46.3 + 33.9 (\log 1763.75) - 13.82 \log 35 - 0.329 + (44.9 - (6.55 \log 35)) \log D$$

$$D = 5.41 \text{ km}$$

Perhitungan downlink

$$PL = 46.3 + 33.9 (\log F) - 13.82 \log h_T - a(h_R) + (44.9 - (6.55 \log h_T)) \log D - CM$$

$$134.01 = 46.3 + 33.9 (\log 1858.75) - 13.82 \log 35 - a(h_R) + (44.9 - (6.55 \log 35)) \log D - 0$$

$$134.01 = 46.3 + 33.9 (\log 1858.75) - 13.82 \log 35 - 0.333 + (44.9 - (6.55 \log 35)) \log D$$

$$D = 0.908 \text{ km}$$

3.2.4 Perhitungan Luas Sel

Untuk melakukan perhitungan luas sel dengan menggunakan 3-sectoral di Kota Bogor berdasarkan persamaan (2.9)^[6] berikut :

- Luas Cell = 2.6 x 1.95 x D²
- = 2.6 x 1.95 x (0.908)²
- = 4.18 km²

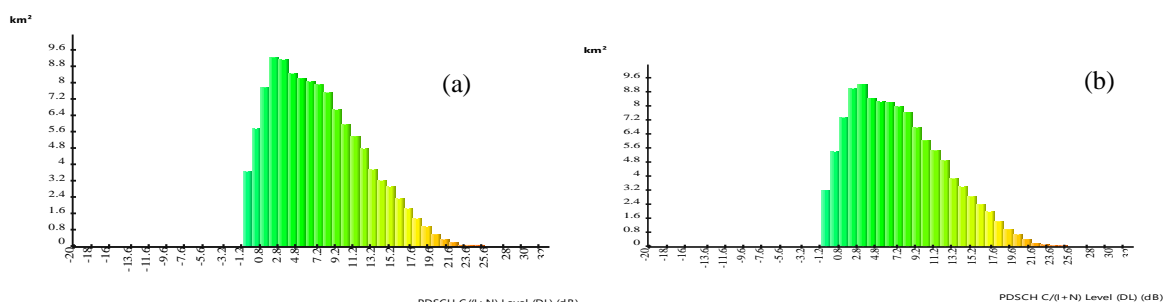
3.2.5 Perhitungan Jumlah Site

Untuk menentukan jumlah sel, dapat diperhitungkan dengan menggunakan persamaan (2.10) berikut:

$$\text{---} = \text{---} = 28.34 \sim 29$$

3.3 Analisis Distribusi Carrier to Interference Noise

Dibutuhkan total 29 site untuk dapat mencakup keseluruhan Kota Bogor yang memiliki luas 118.5 km².

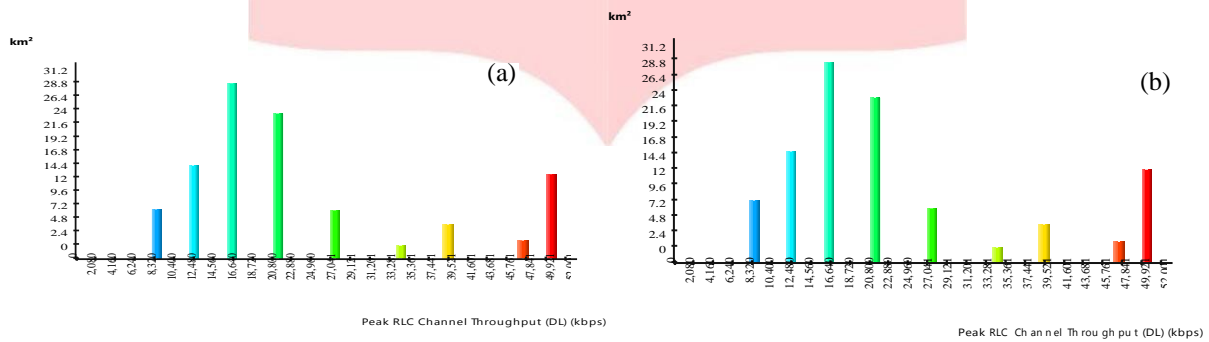


Gambar 2. C/(I+N) sebelum (a) dan sesudah (b) menggunakan PCI

Jumlah site yang cukup banyak tersebut memungkinkan adanya interferensi, sehingga dibutuhkan PCI untuk meminimalisir tingkat interferensi antar site tersebut. Berikut ini adalah grafik pengukuran C/(I+N) sebelum dan sesudah PCI. Sebelum menggunakan PCI, nilai rata-rata C/(I+N) yang didapatkan pada simulasi atoll adalah 7.34 dB. Dan nilai C/(I+N) pada range 2-3 dB merupakan nilai C/(I+N) dengan cakupan wilayah paling luas, yaitu 9,218 km². Setelah menggunakan PCI nilai rata-rata C/(I+N) yang didapatkan adalah 7.5 dB dan nilai C/(I+N) pada range 3-4 dB merupakan range paling luas cakupannya yaitu 9.238 km². Sehingga, dapat disimpulkan bahwa penggunaan PCI pada perencanaan di Kota Bogor dapat meningkatkan nilai rata-rata C/(I+N) sebesar 2.18 %.

3.4 Analisis Distribusi Throughput dan PCI di Kota Bogor

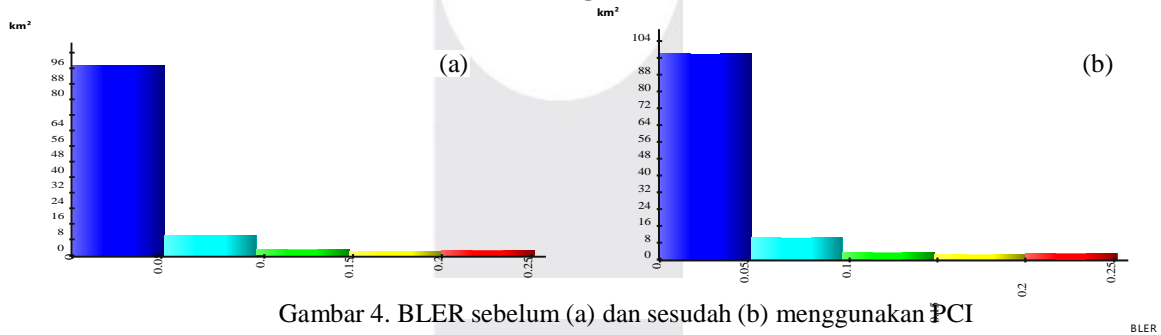
Di Kota Bogor juga dapat diukur besaran nilai parameter throughput yang diterima oleh setiap user. Dimana nilai parameter throughput berpengaruh terhadap kualitas kanal yaitu semakin besar nilai Channel Quality Indicator (CQI) maka semakin besar pula throughput yang didapatkan dan juga sebaliknya. Dari gambar dibawah yang memperlihatkan simulasi throughput pada Atoll, didapatkan nilai thoughtput sebelum dan sesudah penggunaan PCI



Gambar 3. Throughput sebelum (a) dan sesudah (b)menggunakan PCI

Dari hasil simulasi atoll seblum menggunakan PCI, didapatkan bahwa rata-rata 25.568,05 kbps dan nilai throughput 16.640 kbps merupakan nilai yang luas cakupan areanya paling luas yaitu 30.6 km². Pada simulasi throughput setelah menggunakan PCI, didapatkan nilai rata-rata sebesar 26.057.4 kbps dan nilai throughput 16.640 kbps mencakup wilayah seluas 30.8 km². Setelah membandingkan nilai rata-rata throughput seblum dan sesudah menggunakan atoll maka dapat disimpulkan bahwa menggunakan PCI meningkatkan nilai rata-rata throughput sebesar 489.35 kbps atau 1.9% dari 25.568,05 kbps menjadi 26.057.4 kbps.

3.4 Analisis Distribusi Indicator dan PCI di Kota Bogor



Gambar 4. BLER sebelum (a) dan sesudah (b) menggunakan PCI

Pada simulasi di Kota Bogor dapat juga dihitung nilai Block Error Rate (BLER) dari hasil simulasi dengan menggunakan software atoll. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata BLER adalah 0.02 dan presentase terbesar dari BLER didapat pada range 0-0.05. Hasil simulasi Quality Indicator (BLER) sebelum menggunakan PCI menunjukkan bahwa luas wilayah cakupan BLER pada range 0 - 0.05 seluas 97.1 km², pada range 0.05 – 0.1 seluas 10.3 km², range 0.1-0.15 seluas 3.1 km², range 0.15 – 0.2 seluas 2.1 km² dan range 0.2-0.25 seluas 2.7km². Hasil yang didapatkan pada Indicator quality (BLER) setelah menggunakan PCI pada range 0 – 0.05 seluas 97.7 km², pada range 0.05 – 0.1 seluas 10.3 km², pada range 0.1 – 0.15 seluas 3 km², pada range 0.15 – 0.20 seluas 2.2 km² dan pada range 0.2 – 0.25 seluas 2.6 km².

Sehingga, dari hasil simulasi dapat kita simpulkan bahwa penggunaan PCI dapat meningkatkan daerah yang tercakup nilai BLER pada range 0 – 0.05. BLER pada range 0-0.05 sebelum menggunakan PCI seluas 97.1 km² dan setelah menggunakan PCI BLER pada range 0- 0.05 adalah 97.7 km² atau meningkat sebesar 0.62 %.

4. Kesimpulan

1. Pada Kota Bogor, dibutuhkan 29 eNodeB/site untuk dapat mencakup keseluruhan wilayah yang mempunyai luas 118.25 km²
2. PCI memiliki fungsi untuk memberikan identitas yang berupa angka pada setiap site sehingga meminimalisir kemungkinan interferensi antar site.
3. Pada segi C/(I+N), terjadi peningkatan nilai sebelum dan setelah menggunakan PCI, nilai C/(I+N) setelah menggunakan yang didapat setelah menggunakan PCI adalah 7.50 dB, meningkat 0.16 dB dibandingkan sebelum menggunakan PCI yaitu 7.34 dB.
4. Dari segi Throughput, setelah menggunakan PCI nilai yang didapat yaitu 26.057.4 kbps, meningkat 489,35 kbps atau meningkat 1.9% dibandingkan sebelum menggunakan PCI, yaitu 25.568,05 kbps
5. Pada BLER di range 0 - 0.05, setelah menggunakan PCI terjadi peningkatan area cakupan sebesar 0.6 km² atau 0.62% dari luas wilayah cakupan sebelum menggunakan PCI yaitu dari 97.1 km² menjadi 97.7 km².

Daftar pustaka

- [1] Sesia, Stefania dkk. 2009. *LTE : The UMTS Long Term Evolution, From Theory to Practice second edition*. United Kingdom : John Wiley and Sons ltd.
- [2] Uke, Galuh dkk. 2013. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Rekayasa Sains, Indonesia.
- [3] Dahlman, Erik dkk. 2008. *3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband -2nd Ed*. United Kingdom: Academic Press.
- [4] Amirijoo, Mehdi dkk. *Neighbor Cell Relation List and Physical Cell Identity Self-Organization in LTE*. Ericsson Research, Sweden.
- [5] Huawei Technologies Co.Ltd..2010.*LTE Radio Network Capacity Dimensioning*.
- [6] Huawei Technologies Co.Ltd..2010.*LTE Radio Network Coverage Dimensioning*
- [7] Huawei Technologies Co.Ltd..2010. Long Term Evolution (LTE) Radio Access Network Planning Guide.
- [8] ITU/BDT Arab Regional Workshop on “4G Wireless Systems” LTE Technology Performance Evaluation – Tunisia 2010.
- [9] 15 April 2013. www.is-wireless.com
- [10] 23 Maret 2015. <http://bogorkota.bps.go.id/publikasi/kota-bogor-dalam-angka-2014>
- [11] http://kominfo.go.id/index.php/content/detail/4455/Siaran+Pers+No.7-PIH-KOMINFO-2-2015+tentang+Penerbitan+Surat+Edaran+Menteri+Perihal+Kebijakan+Penataan+Pita+Frekuensi+Radio+1800+MHz/0/siaran_pers#.VXe_3yuUf_Q