

## ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN LTE-A DENGAN MENGGUNAKAN COORDINATED MULTIPPOINT DI KOTA BANDUNG

### ANALYSIS OF LONG TERM EVOLUTION ADVANCED NETWORK PLANNING IN BANDUNG CITY USING COORDINATED MULTIPPOINT

Alit Dian Saepudin<sup>1</sup>, Arfianto Fahmi<sup>2</sup>, Hurianti Vidyaningtyas<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[alitdian@telkomuniversity.ac.id](mailto:alitdian@telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[arfiantof@telkomuniversity.ac.id](mailto:arfiantof@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[huriantividya@telkomuniversity.ac.id](mailto:huriantividya@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Sistem LTE mampu memberikan *maximum data rate* 100 Mbps untuk *downlink* dan 50 Mbps untuk *uplink*. Namun LTE masih memiliki masalah, yaitu user yang berada di *cell edge* sulit untuk mendapatkan cakupan karena letaknya yang sudah jauh dari eNodeB. Kondisi ini menyebabkan penurunan SINR dan *throughput* pada user di *cell edge*. Pada tugas akhir ini dilakukan perencanaan LTE-Advanced di wilayah kota Bandung, khususnya Kelurahan Sumur Bandung, Bandung Wetan, Batununggal, Lengkong, dan Regol. Perencanaan dilakukan dengan frekuensi 1800 Mhz dan dengan metode *Coordinated Multipoint (CoMP)*. Metode ini diharapkan mengatasi permasalahan user yang berada di *cell edge* dan menaikkan *throughput* di *cell edge*. Parameter yang dianalisis pada tugas akhir ini adalah SINR, *User Connected* dan *throughput*. Dari perhitungan *site* pada wilayah uji didapatkan *site* berjumlah 40. Pada scenario 1 didapatkan rata rata SINR sebesar 12,05 dB, *User Connected* sebanyak 90%, *User Throughput* 40,66 Mbps. Untuk Skenario 2 didapatkan SINR sebesar 25,02 dB, *User Connected* sebesar 99,9%, dan *User Throughput* 72,6 Mbps. Untuk scenario 3, SINR yang didapatkan sebesar 20,89 dB, *User Connected* sebesar 99,9 %, dan *user throughput* 129,072 Mbps.

**Kata Kunci:** LTE-Advanced, Coverage Planning, Capacity Planning, CoMP

#### Abstract

LTE system is capable of providing maximum data rate of 100 Mbps for downlink and 50 Mbps for uplink. But LTE still has a problem, when the user is in cell edge. Users who are in the cell edge is difficult to get coverage because of its location that is far from eNodeB. This condition causes a decrease in SINR and throughput on the user in the cell edge. In this final project carried out LTE-Advanced planning in the area of Bandung, especially Kelurahan Sumur Bandung, Bandung Wetan, Batununggal, Lengkong, and Regol. Planning is done with frequency 1800 Mhz and with Coordinated Multipoint (CoMP) method. This method is expected to solve user issues in cell edge and increase throughput in cell edge. Parameters analyzed in this final project are SINR, User Connected and throughput. From the site calculation on the test territory it is found site amounted to 40. In scenario 1 the average SINR is 12,02 dB, User Connected 90%, User Throughput 40,66 Mbps. For Scenario 2 obtained SINR of 25,02 dB, User Connected of 99,9%3, and User Throughput 72.6 Mbps. For scenario 3, SINR obtained for 20,89% dB, User Connected of 99,9%, and user throughput 129,072 Mbps.

**Keywords:** LTE-Advanced, Coverage Planning, Capacity Planning, CoMP

#### 1 Pendahuluan

Generasi-generasi yang ada dan yang akan berkembang di sistem komunikasi *wireless* seperti UMTS didesain untuk memenuhi permintaan yang terus menerus ada untuk komunikasi berkecepatan tinggi. Namun semua teknologi ini tetap tidak bisa memenuhi permintaan yang tiap saat bertambah karena *user experience* yang memakai aplikasi yang memakan banyak *bandwidth* seperti mengunduh data, *video streaming*, dan *smart home*. Hal-hal tersebut menjadi penunjang dan mempercepat *Third Generation Partnership Project (3GPP)* mengembangkan teknologi baru setelah UMTS, yaitu LTE. Sistem LTE mampu memberikan maximum *data rate* 100 Mbps untuk *downlink* dan 50 Mbps untuk *uplink*. Kemudian 3GPP mengembangkan lagi LTE menjadi LTE-Advanced pada Release 10. LTE-Advanced menjanjikan untuk mencapai *peak data rate* 1 Gbps untuk *downlink*

dan 500 Mbps untuk *uplink*. Salah satu fitur dalam yang ada di LTE-Advanced ini adalah CoMP, yaitu *Coordinated Multipoint*. CoMP dapat digunakan untuk menaikkan *throughput cell edge*, *coverage*, dan *system efficiency*. Teknologi ini secara esensial adalah teknik untuk memungkinkan koordinasi yang dinamis antara transmisi dan penerimaan di *base station* yang berbeda-beda. Pada tugas akhir ini dipilih frekuensi pada 1800 MHz karena pengalokasian frekuensi di Indonesia di LTE masih berkisar antara 1800 MHz. Namun terdapat juga interferensi dari sel-sel yang bersebelahan atau disebut juga dengan *Inter-Cell Inteference (ICI)*. Inteferensi ini dapat mengurangi atau *throughput* dari user di *cell edge*. Pada tugas akhir ini dipilih CoMP karena CoMP bisa mengubah *inter cell interference* menjadi sinyal yang berguna khususnya di *cell edge*, dimana di daerah tersebut sering terjadi degradasi performansi. Pada penelitian sebelumnya menggunakan gabungan dari CoMP dan CA untuk menangani user Femtocell dan didapatkan hasil SINR dan *throughput*. Perencanaan jaringan LTE di lakukan di kota Bandung dengan frekuensi 1800 MHz. Penulis memilih kota Bandung karena wilayahnya yang cukup padat. Kota Bandung memiliki luas total 167,7 Km<sup>2</sup>. Dengan jumlah penduduk yang mencapai 2,395 juta jiwa dan kepadatannya 290/km<sup>2</sup> membuat kota Bandung cocok untuk perencanaan LTE-Advanced.

## 2 Dasar Teori dan Perancangan Sistem

### 2.1 LTE Advanced

LTE-Advanced adalah teknologi yang di keluarkan 3GPP dengan memasukkan beberapa perubahan di system LTE untuk memfasilitasi layanan 4G. *International Telecommunication Union (ITU)* telah menciptakan *IMT-Advanced* yang memiliki spesifikasi yang telah melebihi generasi sebelumnya yaitu *IMT-2000*. Spesifikasi dari ITU yang harus dipenuhi suatu system dengan *data rate* yang mencapai 1Gbps di *downlink* dan 500 Mbps di *uplink*. Dan spesifikasi lainnya adalah *global roaming* dan kompatibilitas layanan. LTE-Advanced merupakan teknologi yang sudah memenuhi spesifikasi dari ITU maka LTE-Advanced bisa disebut dengan teknologi 4G.

### 2.2 Coordinated Multipoint

*Coordinated Multipoint (CoMP) transmission/ reception* adalah salah satu fitur utama dari LTE Advanced release 11. CoMP dikategorikan oleh 3GPP sebagai teknik untuk meningkatkan *coverage*, *cell edge*, *throughput*, dan efisiensi system. Teknologi ini termasuk teknik yang memungkinkan koordinasi transmisi dan penerimaan dari *base station berbeda*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kualitas jaringan. CoMP secara esensial mengubah *inter-cell interference (ICI)* menjadi sinyal yang berguna, khususnya di *cell edge*, dimana sering terjadi degradasi performansi. Pada fitur CoMP terdapat tipe CoMP *Joint Transmission*, dimana tipe ini menggunakan beberapa eNodeB untuk saling bekerja sama dalam menaikkan kualitas dan kekuatan sinyal. CoMP ini digunakan untuk meng- *cover* user yang sedang berada di *cell edge*. User yang berada di daerah tersebut akan kehilangan *coverage* dan otomatis *throughput* yang di dapatkan juga menurun.

#### 2.2.1 Coordinated Scheduling

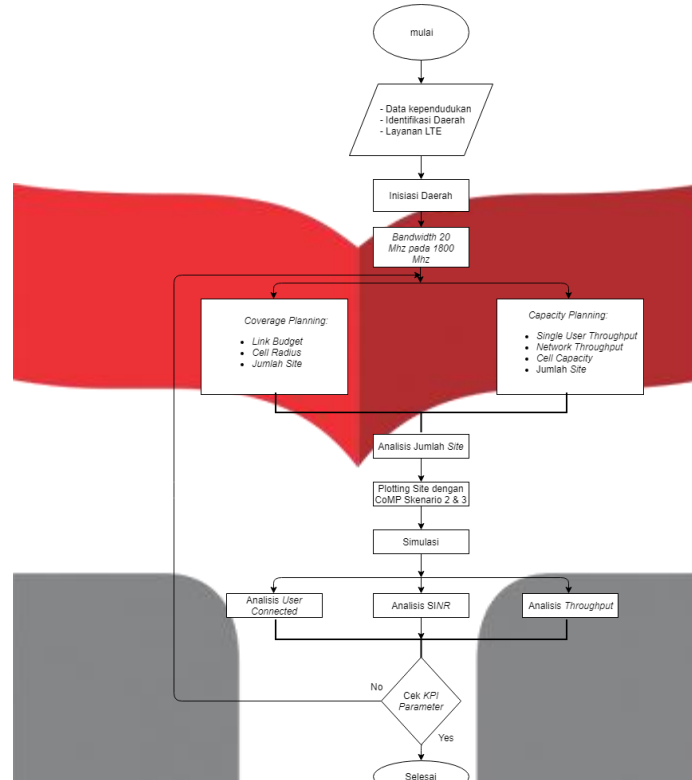
*Coordinated Scheduling* adalah teknik CoMP dimana data UE hanya dipancarkan oleh satu sel, yaitu sel yang didudukinya, namun untuk fungsi *scheduling* di lakukan dengan koordinasi antara *servicing cell* dengan sel tetangganya. Pertama UE melakukan pengukuran CSI kemudian CSI tersebut dilaporkan pada *servicing cellnya*, di dalam CSI tersebut terdapat informasi sel-sel tetangga yang menginterferensi. Kemudian CSI tersebut dikirimkan menuju eNodeB *servicing cellnya*. Setelah sampai di *servicing cellnya*, antara *servicing cell* dengan sel tetangganya yang termasuk dalam *cooperating set* saling berbagi CSI yang berisikan CQI, PMI dan RI yang didalamnya terdapat informasi sel mana yang menginterferensi UE tersebut. *Coordinated Scheduling* ini tercapai dengan men-disable sel atau eNodeB yang paling menginterferensi UE yang berada di ujung *servicing cell-nya*, sehingga interferensi dapat diminimalisir

#### 2.2.2 Joint Transmission

*Joint Transmission* adalah teknik CoMP dimana UE yang berada pada ujung sel dan mengalami ICI sehingga terjadi degradasi performansi dan eNodeB saling bekerja sama untuk mengubah sinyal interferensi menjadi sinyal yang berguna. Tahapannya sedikit menyerupai *Coordinated Scheduling*, dimana UE mengukur CSI untuk menentukan kondisi kanalnya, kemudian CSI tersebut dilaporkan menuju eNodeB sel yang sedang UE tersebut duduki. Kemudian CSI dibagikan oleh eNodeB *servicing cell* menuju eNodeB *neighbour* yang termasuk dalam *cooperating set* melalui *interface X2*. Namun berbeda dengan *coordinated scheduling*, *joint transmission* tidak hanya membagikan CSI antar eNodeB, data yang akan dikirimkan ke UE juga dibagikan dengan eNodeB *neighbour-nya* yang termasuk dalam *cooperating set*. UE yang telah terinterferensi oleh eNodeB tetangganya akan diberikan *resource* untuk mengirimkan data menuju ke UE tersebut. Kemudian setelah data dan CSI UE dibagikan, eNodeB yang terlibat akan mengirimkan data ke UE secara bersamaan.

**2.3 Proses Perencanaan**

Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan langkah-langkah yang terstruktur dan sistematis supaya dapat mencapai hasil yang sesuai. Maka dari itu dibutuhkan suatu diagram alir seperti pada gambar 2.1 yang mencakupi tahapan kerja yang dilakukan pada penelitian ini. Diagram alir pada penelitian ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram Alir

**2.3.1 Data dan Spesifikasi**

Pada proses perencanaan LTE, dibutuhkan beberapa data yang harus diketahui agar dapat membantu dalam pengerjaan penelitian ini seperti luas daerah, jumlah penduduk, dan jumlah site awal.

Tabel 2.1 Spesifikasi Wilayah Perencanaan

Jumlah Site	36
Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	22,02
Jumlah Penduduk	341542

Selain itu juga ditentukan spesifikasi LTE nya seperti frekuensi, lebar pita, perangkat yang digunakan, dan lain-lain.

Tabel 2.2 Spesifikasi LTE

User Environment	Outdoor
Frekuensi	1800 MHz
Model Propagasi	COST 321
Lebar Pita	20 MHz

**2.3.2 Capacity Planning**

Kapasitas suatu jaringan merupakan salah satu tolak ukur dalam perencanaan, sehingga engineer dapat memprediksi seberapa besar jaringan dapat menampung user dengan berbagai macam layanan. Sistem LTE yang menerapkan konsep *multicarrier*, tentunya mempunyai kapasitas yang lebih besar jika dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. *Capacity planning* bertujuan untuk mengetahui jumlah site yang diperlukan agar sesuai dengan kapasitas trafik yang dibutuhkan pada suatu daerah.

Tabel 2.3 Jumlah Site Hasil *Capacity Planning*

Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Site	
	Uplink	Downlink
22,02	9	39

**2.3.3 Coverage Planning**

*Coverage Planning* adalah metode perencanaan yang memperhitungkan *pathloss*, dari arah *uplink* dan *downlink*, untuk mendapatkan radius sel. Setelah radius sel didapatkan, maka akan didapatkan jumlah *site* yang dibutuhkan agar seluruh area di wilayah perencanaan bisa tercakup.

Tabel 2.4 Hasil Perencanaan *Coverage*

	<b>Urban</b>
<b>MAPL(dB)</b>	129,75
<b>Radius Sel (Km)</b>	0,538
<b>Luas Sel Tri-Sektoral (Km<sup>2</sup>)</b>	0,564
<b>Jumlah Site</b>	40

**2.4 Pemilihan Jumlah Sel**

Setelah ditentukan jumlah *site* pada tiap metode, terdapat perbedaan pada kondisi *site* eksisting sekarang. Selanjutnya adalah memilih jumlah *site* yang akan di implemetasikan di wilayah perencanaan. Pada perencanaan LTE di metode *capacity* dan *coverage* terdapat hasil jumlah *site* yang berbeda, maka dari itu untuk menyamakannya dipilih jumlah *site* maksimal berdasarkan ketentuan “*max {Number of eNB by coverage, Number eNB by capacity}*” yang telah dihitung sebelumnya. Pada perencanaan ini metode yang dipilih untuk di implementasikan adalah metode *coverage*. Hal ini dikarenakan jumlah *site* pada perhitungan *coverage* lebih banyak. Dan dengan pemilihan *site* yang paling banyak berarti perencanaan ini telah memenuhi *demand* dari kapasitas dan *coveragenya*.

Tabel 2.5 Hasil Perencanaan

Metode Planning	Capacity		Coverage
	Uplink	Downlink	
Jumlah Site	9	39	40

**3 Hasil Simulasi dan Analisis**

Setelah dilakukan perhitungan dengan metode *capacity planning* dan *coverage planning*, dilakukan simulasi menggunakan Atoll 3.3 untuk mendapatkan parameter yang di analisis. Dalam simulasi, plotting *site* dari kondisi awal jaringan dan simulasi jaringan menggunakan jumlah *site* yang sama, yaitu jumlah *site* yang dipilih saat melakukan perhitungan dengan metode *coverage* dan *capacity*. Setelah *site-sitenya* di plot, langkah selanjutnya adalah mengukur performansi jaringan yang telah digelar tersebut.

Dalam melakukan simulasi, pengukuran performansi ini menggunakan 3 skenario, yaitu:

1. Skenario 1, pengukuran performansi LTE konvensional ( tanpa *Coordinated Multipoint*)
2. Skenario 2, pengukuran performansi LTE dengan *Coordinated Multipoint Joint Transmission Non Coherent*

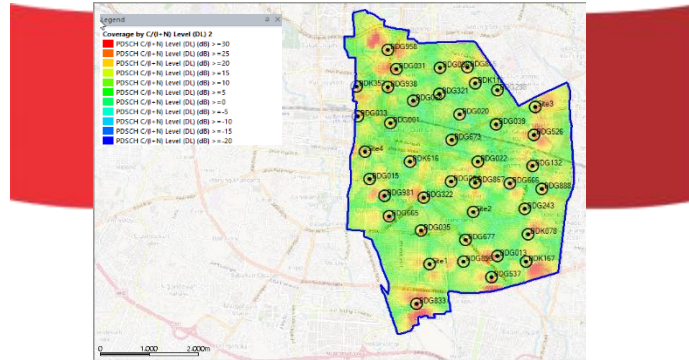
3. Skenario 3, pengukuran performansi LTE dengan *Coordinated Multipoint Joint Transmission*

3.1 Simulasi Berdasarkan SINR

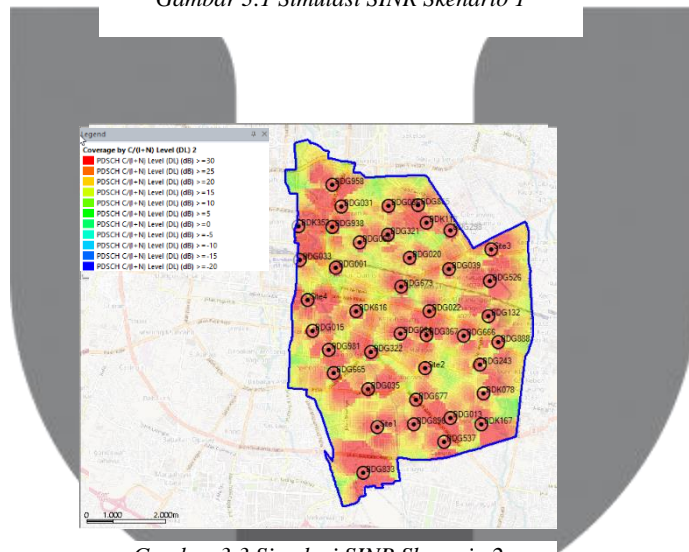
SINR (*Signal to Noise Ratio*) merupakan parameter perbandingan antara sinyal yang digunakan dengan interferensi dan noise. Semakin besar nilai SINR semakin baik jaringannya. Hasil simulasi dari SINR dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.1 Hasil Simulasi SINR

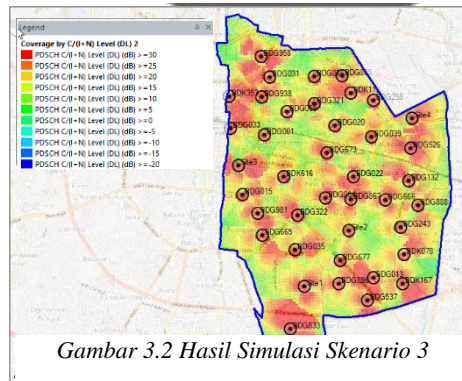
Skenario	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
SINR(dB)	12,05	25,02	20,89



Gambar 3.1 Simulasi SINR Skenario 1



Gambar 3.3 Simulasi SINR Skenario 2

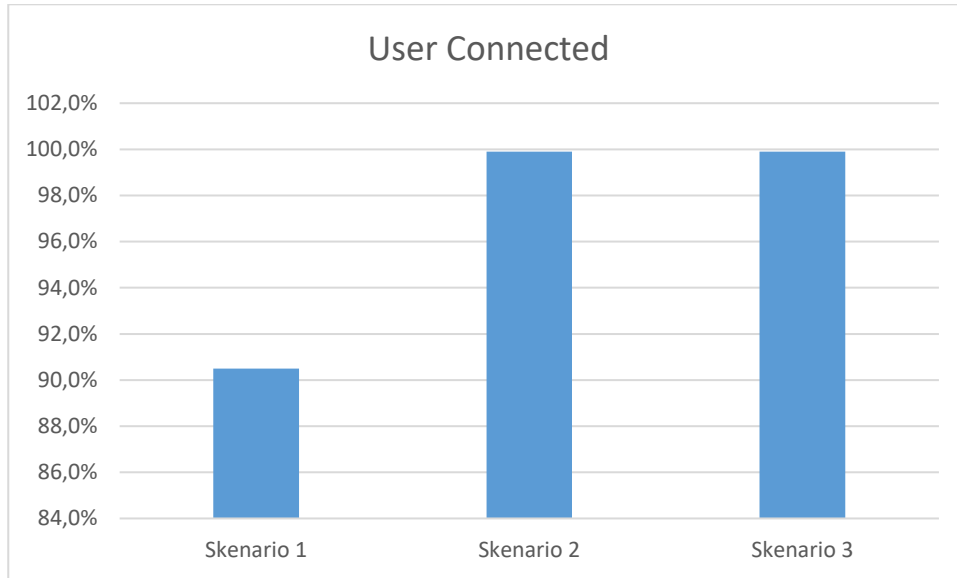


Gambar 3.2 Hasil Simulasi Skenario 3



**3.2 Simulasi User Connected**

Simulasi dari *user connected* ini akan menyebarkan *user* ke daerah perancangan dan akan di uji bagaimana *user* akan masuk ke jaringan. *User Connected* adalah salah satu output dari hasil simulasi trafik. Hasil simulasi trafik dapat di lihat di gambar 3.4:



Gambar 3.4 Hasil Simulasi User Connected

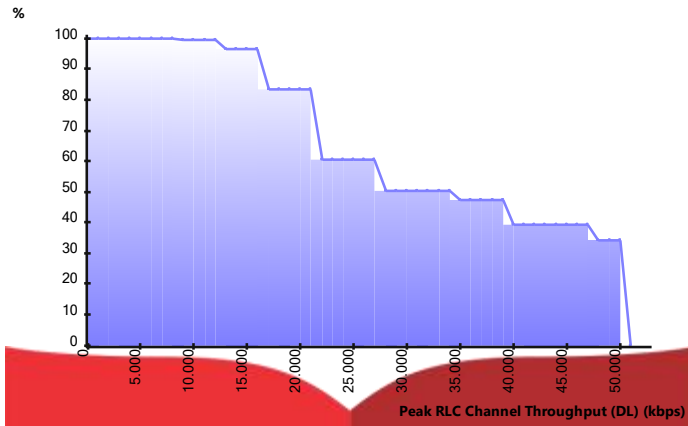
Dari gambar 4.5 tersebut dapat dilihat bahwa Skenario 1 memiliki *connected user* yang lebih rendah dari skenario lainnya. Hal ini dikarenakan pengguna yang tidak bisa mengakses ke dalam jaringan. Hal itu disebabkan *user* yang berada jauh dari *cell center*, atau *user* berada di *cell edge* sehingga mendapatkan interferensi dan noise tinggi dari sel sebelahnya. Sebaliknya dengan skenario 2 dan 3 memiliki *connected user* yang lebih tinggi dari skenario 1. Hal ini disebabkan oleh fitur *Coordinated Multipoint* yang dapat menangani *user* di *cell edge* sehingga *user* tersebut dapat mengakses jaringan, mengatasi interferensi dan menyebabkan presentasi *user connected* lebih tinggi.

**3.3 Simulasi Throughput**

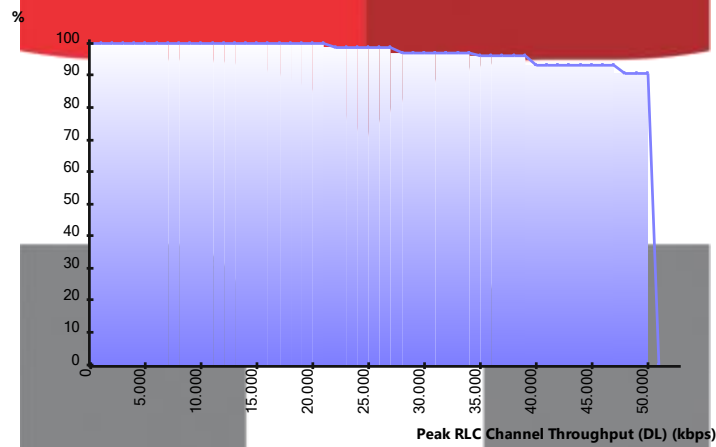
Setelah melakukan simulasi *user connected*, selanjutnya adalah melakukan simulasi *throughput*. *Throughput* yang di dapatkan pada simulasi ini adalah hasil dari perhitungan RLC (*Radio Link Connection*).

Skenario	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
<b>Throughput (Mbps)</b>	40,66	72,6	129,012

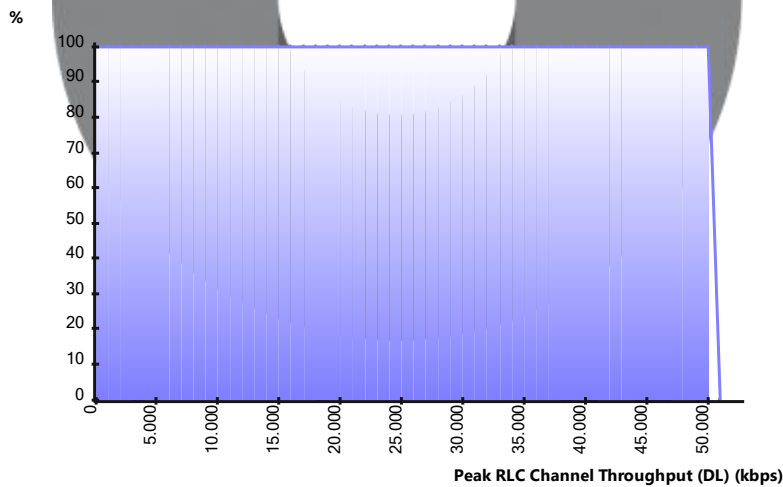
Gambar 3.5 Hasil Simulasi Throughput



Gambar 3.6 Simulasi Throughput Skenario 1



Gambar 3.7 Simulasi Throughput Skenario 2



Gambar 3.8 Simulasi Throughput Skenario 3

### 3.4 Analisis Keseluruhan Perencanaan

Pada tugas akhir ini menganalisis perbandingan performansi dari jaringan *LTE-Advanced*, yaitu membandingkan performansi jaringan *LTE-A* dengan jaringan *LTE-A* yang menggunakan fitur *Coordinated Multipoint Joint*. Pada skenario pertama adalah jaringan *LTE* konvensional yang mana tidak ditambahkan fitur *Coordinated Multipoint*. Pada skenario kedua jaringan *LTE-Advanced* ditambahkan fitur *Coordinated*

*Multipoint Coordinated Scheduling*, yaitu fitur yang dapat mengkoordinasikan 2 eNodeB untuk menangani *scheduling user* yang berada di *cell edge*. Sedangkan pada skenario 3, fitur *Coordinated Multipoint Joint Transmission*, yaitu menggunakan 2 eNodeB untuk menangani *user data* di *cell edge*.

Tabel 3.2 Hasil Simulasi

Parameter	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
SINR	12,05	25,02	20,89
<i>User Connected</i>	89%	99,9%	99,9%
<i>User Throughput</i>	40,66	72,6	129,072

Berdasarkan tabel di atas, dapat kita lihat performa jaringan paling kecil terdapat pada skenario 1. Skenario 1 memiliki performansi paling kecil karena pada skenario tersebut tidak di implementasikan teknik untuk menghindari interferensi intercell, sehingga masih terdapat interferensi pada skenario tersebut yang menyebabkan SINR dan throughput jaringan tersebut rendah. Dan karena SINR dan throughput rendah, user connected juga memiliki nilai rendah karena interferensi yang ada mengakibatkan beberapa UE tidak dapat mengakses jaringan. Sedangkan untuk skenario 2 terdapat perbedaan pada parameter SINR. Skenario 2 memiliki perbedaan pada parameter SINR dikarenakan skema *coordinated scheduling* yang dapat meminimalisir interferensi dengan cara *men-disable eNodeB* yang paling menginterferensi UE tersebut sehingga nilai interferensi dapat ditekan. Dan karena nilai SINR tinggi, maka hampir semua UE dapat mengakses jaringan. Sedangkan untuk skenario 3, perbedaan yang signifikan terdapat pada parameter peak throughput, yaitu throughput yang paling tinggi dicapai pada simulasi ini. Hal ini disebabkan karena UE yang berada di ujung sel mendapatkan aliran data dari 2 eNodeB, sehingga hal itu mampu menaikkan throughput secara signifikan meskipun mengorbankan resource dari UE di tengah sel.[16] Sedangkan untuk SINR kenaikannya tidak terlalu signifikan karena skenario 3 tidak meminimalisir interferensi dan karena UE di tengah sel mengalami pengurangan resource. Sedangkan untuk user connected sebagian besar UE dapat mengakses jaringan dikarenakan SINR dan user throughput yang tinggi.

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan teori, perhitungan, simulasi, dan analisis pada Tugas Akhir ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perhitungan perencanaan di dapatkan bahwa dibutuhkan 40 *site* pada daerah uji, berbeda dengan *site* eksisting yang hanya 36 *site*.
2. Pada simulasi perencanaan untuk parameter SINR, didapatkan untuk skenario 1 dengan nilai SINR 12,05 dB, skenario 2 25,02 dB, dan skenario 3 sebesar 20,89 dB.
3. Pada simulasi parameter *User Connected*, didapatkan nilai untuk skenario 1 sebesar 90%, skenario 2 99,9%, dan untuk skenario 3 sebesar 99,9%.
4. Sedangkan untuk simulasi *throughput* didapatkan nilai untuk skenario 1 sebesar 40,66 Mbps, skenario 2 72,6 Mbps, dan skenario 3 129,072 Mbps.
5. Dari hasil simulasi per skenario, di ketahui bahwa skenario 3 lebih baik dalam menangani permasalahan cakupan dan *throughput*.

#### Daftar Pustaka

- [1] Sesia Stefania, Toufik Issam, Baker Matthew, LTE The UMTS Long Term Evolution: John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, 2011.
- [2] Desiana Br Ginting, "Performance Evaluation of Inter-Cell Interference of LTE-A System Using Carrier Aggregation and CoMP Techniques", Open Library Telkom University, 2015
- [3] Cox Christopher, An Introduction to LTE 2nd: John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, 2014.
- [4] Ayman Elnashar, Mohamed El-saidny, Mahmoud Serif, Design, Deployment, and Performance of 4G LTE Network John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, 2014.
- [5] Johnson, Chris. Long Term Evolution in Bullets. Northampton, England: ., 2012.



- [6] V. Pauli, J. D. Naranjo, E. Seidel: Heterogeneous LTE Networks and Inter-Cell Interference Coordination. Munich, Germany, December 2010
- [7] Fettweis, Gerhard P., and Patrick Marsch. Coordinated Multi-point in Mobile Communications: From Theory to Practice. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.
- [8] Qamar, Faizan, Kaharudin Bin Dimiyati, Mhd Nour Hindia, Kamarul Ariffin Bin Noordin, and Ahmed M. Al-Samman. "A Comprehensive Review on Coordinated Multi-point Operation for LTE-A." Computer Networks 123 (2017)
- [9] Lee, D., Seo, H., Clerckx, B., Hardouin, E., Mazzaresse, D., Nagata, S., & Sayana, K. (2012). Coordinated multipoint transmission and reception in LTE-advanced: Deployment scenarios and operational challenges. IEEE Communications Magazine, 2012.
- [10] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network Planning Introduction: Huawei.
- [11] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network Capacity Dimensioning: Huawei, 2013.
- [12] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network Coverage Dimensioning: Huawei, 2013.
- [13] Pemerintah Kota Bandung. Bandung Dalam Angka. Bandung: BPS Kota Bandung, 2017.
- [14] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network: Huawei, 2010.
- [15] Korowajczuk, Leonhard. LTE and WiMAX Network Design, Optimization and Performance Analysis. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.
- [16] Ali, Md. Shipon. "On the Evolution of Coordinated Multi-Point (CoMP) Transmission in LTE-Advanced." International Journal of Future Generation Communication and Networking 7, no. 4 (2014)

