

ANALISIS PENERAPAN *FLEXIBLE BANDWIDTH* UNTUK MENINGKATKAN PERFORMANSI JARINGAN LTE

Muhammad Kevin Adityo ¹⁾, Uke Kurniawan Usman ²⁾, Sigit Tri Cahyono ³⁾

^{1),2),3)} Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No. 01, Terusan Buah Batu, Bandung
Email: Kevin_adityo@hotmail.com

Abstrak. Pertumbuhan jumlah pengguna seluler yang saat ini berkembang pesat membawa kita pada suatu era baru, dimana teknologi memanfaatkan jaringan seluler sebagai sarana utama dalam berkomunikasi. Implementasi LTE di Indonesia merupakan keharusan dari teknologi yang terus berkembang, sehingga mendorong operator untuk berusaha mengoptimalkan layanan nya terutama pada LTE, dimana hal ini berkaitan karena jaringan LTE di Indonesia di implementasikan pada jaringan eksisting. Besar nya pengguna seluler dan terbatas nya alokasi frekuensi operator akhirnya mengakibatkan bad experienced pada user yang diakibatkan oleh Low Throughput Cell (LTC). Paper ini akan meneliti permasalahan tersebut dengan mengimplementasikan Teknik Flexible Bandwidth. Flexible Bandwidth adalah teknik pengaturan alokasi bandwidth pada spektrum frekuensi, dimana operator dapat meningkatkan bandwidth spektrum frekuensi mereka tanpa menggunakan Teknik Carrier Aggregation, sehingga pengaturan bandwidth yang dilakukan dapat lebih mudah dan lebih flexible. Setelah dilakukan nya teknik optimasi flexible bandwidth didapatkan perbaikan nilai mean throughput dari sebelum nya bernilai 5.247 Mbps meningkat menjadi 9.897 Mbps dan terjadi penurunan jumlah sel yang mengalami LTC dari sebelum nya 6.8037% menurun menjadi 1.3457%. Namun teknik optimasi flexible bandwidth berdampak pada penurunan nilai SINR, Dimana terjadi penurunan rata – rata nilai SINR yang signifikan dari sebelumnya bernilai 8.7634 dBm menurun menjadi 1.40258 dBm.

Kata kunci : LTE, Low Throughput Cell (LTC), Flexible Bandwidth, Carrier Aggregation, SINR

1. Pendahuluan

Teknologi LTE sekarang sudah menjadi kebutuhan utama khalayak umum, terutama di kota-kota besar. Pengimplementasian LTE di Indonesia masih memanfaatkan jaringan eksisting dengan memanfaatkan alokasi frekuensi yang sudah ada. Pengimplementasian LTE di Indonesia mengalami kendala terutama dalam menjaga performansi jaringan yang diakibatkan oleh lonjakan trafik yang terus meningkat. Untuk itu operator perlu memikirkan mekanisme yang efektif dan efisien dalam mengoptimalkan performansi jaringan LTE yang sudah ada.

Operator Hutchison 3 Indonesia memiliki bandwidth sebesar 10 MHz di frekuensi 2100 MHz untuk jaringan 3G dan 10 MHz di frekuensi 1800 MHz untuk jaringan 2G (5MHz) dan 4G (5MHz). Bandwidth sebesar 5 MHz yang dialokasikan untuk jaringan LTE tidak cukup untuk menangani tingginya pengguna, sehingga terjadi nya permasalahan LTC (*Low Throughput Cell*), dimana LTC adalah Kondisi dimana nilai throughput yang di dapatkan oleh setiap user dalam satu sel < 1 Mbps/user.

Untuk menangani masalah LTC engineer melakukan optimasi RF dengan cara tuning antenna, namun hal ini tidak cukup untuk mengatasi hal tersebut. Untuk itu perlunya dilakukan optimasi dari sisi network, Salah satu teknik yang digunakan adalah *Flexible Bandwidth*, dimana *Flexible Bandwidth* adalah teknik pengaturan alokasi bandwidth pada spektrum frekuensi, dimana operator dapat meningkatkan bandwidth spektrum frekuensi mereka tanpa menggunakan Teknik *Carrier Aggregation*, sehingga pengaturan bandwidth yang dilakukan dapat lebih mudah dan lebih flexible dengan cara mengatur distribusi dan rasio kompresi pada alokasi frekuensi nya [1][2][3][4]. Dengan implementasi teknik *Flexible Bandwidth* ini maka alokasi frekuensi di 1800 MHz berubah dari 5+5 menjadi 8+2 dimana 8 MHz digunakan untuk jaringan LTE dan 2 MHz digunakan untuk jaringan GSM.

Dengan menggunakan teknik *Flexible Bandwidth* ini operator dapat meningkatkan efisiensi spektral, meningkatkan kecepatan layanan data, serta meningkatkan *user experience*. Teknik ini transparan

untuk UE (*User Equipment*) dan kompetibel dengan 3GPP Release 8 dan lain nya, serta teknik ini tidak membutuhkan modifikasi algoritma pada UE.

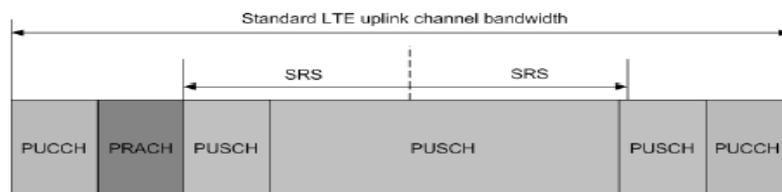
2. Pembahasan

Pembahasan penelitian ini akan akan meneliti tentang performasi dari penerapan teknik optimasi *Flexible Bandwidth* terhadap jaringan LTE di kota Bandung sehingga hasil analisis ini dapat digunakan untuk mengetahui dampak yang di timbulkan dari implementasi *Flexible Bandwidth*. Penerapan *Flexible Bandwidth* pada penelitian ini menggunakan bandwidth 10 MHz pada frekuensi 1800 MHz. Parameter yang dianalisis pada penelitian ini adalah *Throughput* dan SINR (*Signal Interference to Noise Ratio*).

2.1. Teknik Optimasi Flexible Bandwidth

Teknik *Flexible Bandwidth* bekerja dengan cara melakukan kompresi hingga 75% pada beberapa bandwidth standar : 10 MHz, 15 MHz, dan 20 MHz. Namun di rekomendasikan rasio kompresi di atur 80% pada *bandwidth* standar LTE, sehingga bandwidth efektif yang digunakan untuk jaringan LTE yang digunakan adalah 8 MHz, 12 MHz, dan 16 MHz. Sedangkan *bandwidth* sisanya digunakan untuk jaringan GSM [1][2] [3][4].

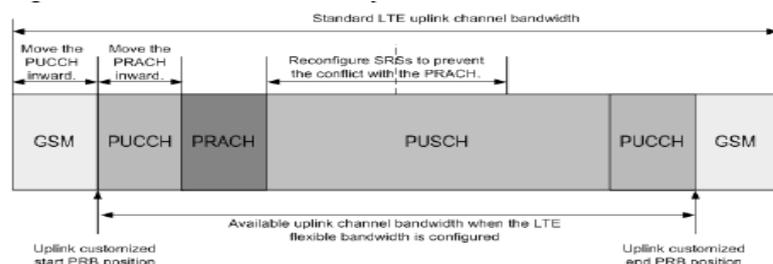
Pada teknik *Flexible Bandwidth* dapat digunakan 2 skenario berdasarkan konfigurasi distribusi kanal.



Gambar 1. Distribusi kanal LTE standar [1]

a) Skenario 1

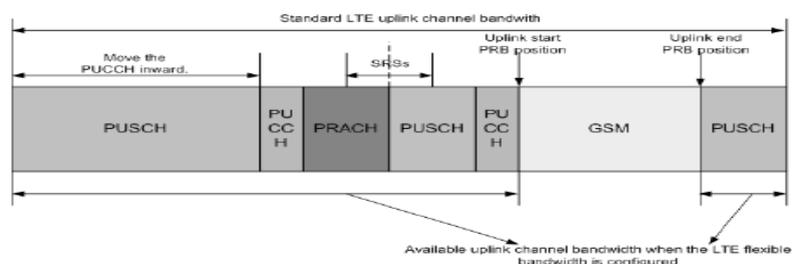
Pada skenario 1, frekuensi GSM di distribusikan pada kedua ujung dari *bandwidth* LTE



Gambar 2. Distribusi kanal implementasi *Flexible Bandwidth* skenario 1 [1]

b) Skenario 2

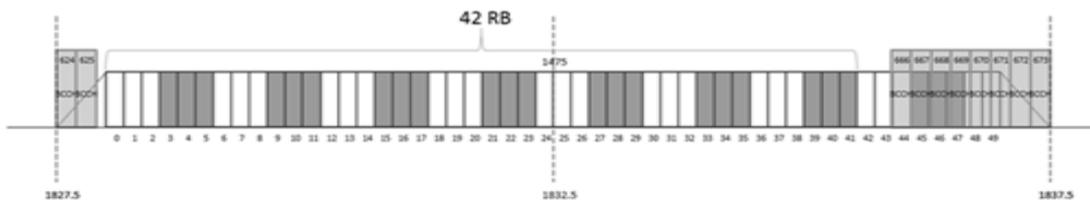
Pada skenario 2, frekuensi GSM di distribusikan di salah satu ujung dari bandwidth LTE



Gambar 3. Distribusi kanal implementasi *Flexible Bandwidth* skenario 2 [1]

2.2. Hasil Penerapan Teknik Optimasi Flexible Bandwidth 8+2

Teknik optimasi *flexible bandwidth* dilakukan dengan cara mengkonfigurasi ulang jaringan pada eNode-B menggunakan *software* Huawei iManager U2000. Flexible bandwidth akan merubah alokasi bandwidth yang sebelum nya menggunakan 5+5 menjadi alokasi 8+2, alokasi 8+2 sesuai dengan rekomendasi rasio kompresi 80%. *Bandwidth* 10 MHz mempunyai alokasi 50 *resource blocks* (PRB0 – PRB49), dimana pada penerapan *Flexible Bandwidth* 8+2, jaringan LTE mendapat alokasi 42 *resource blocks* (PRB0 – PRB41), sedangkan jaringan GSM menempati 8 *resource blocks* (PRB42 – PRB 49). Sehingga pada penerapan teknik ini terjadi *overlapping* frekuensi LTE dan GSM di ujung bandwidth standar LTE (PRB42 – PRB49).

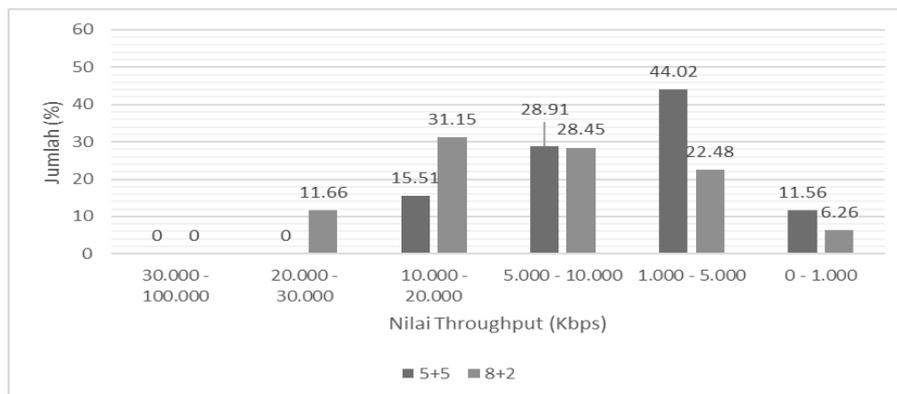


Gambar 4. Skema pembagian PRBs pada *Flexible Bandwidth* 8+2

2.2.1. Analisis Throughput

Di dalam jaringan telekomunikasi *throughput* adalah jumlah bit persatuan waktu yang diterima oleh suatu terminal tertentu di dalam sebuah jaringan. *Throughput* memiliki satuan *bit per second* (bps). Jumlah *throughput* adalah jumlah rata-rata bit yang diterima untuk semua terminal pada sebuah jaringan.

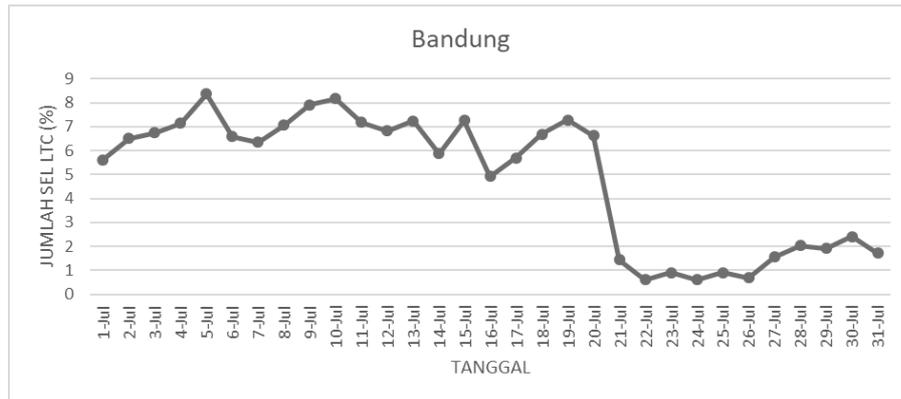
$$Throughput = \frac{Jumlah\ Bit}{Waktu\ Interval} = \frac{Jumlah\ RB \times 84 \times Faktor\ Modulasi}{0.5\ ms} \dots\dots\dots (1)$$



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai *Mean Throughput* sebelum dan setelah optimasi *Flexible Bandwidth*

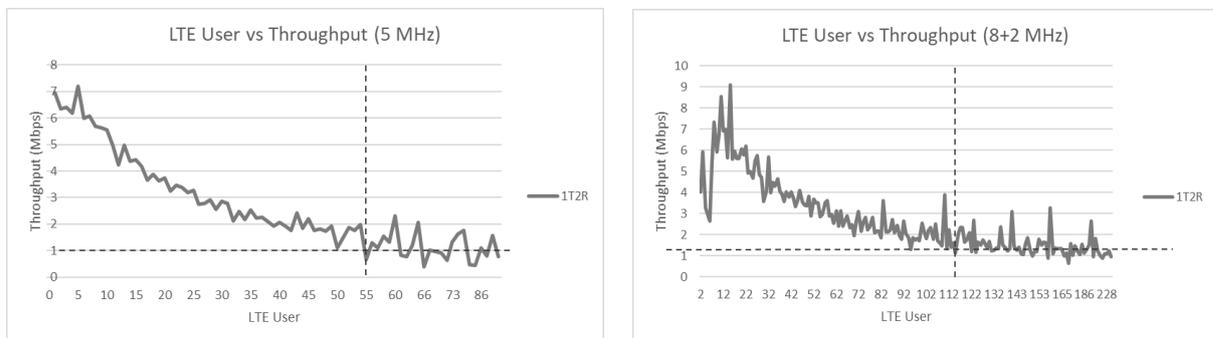
Tabel 1. Keterangan nilai *Throughput* sebelum dan setelah optimasi *Flexible Bandwidth*

Keterangan	Nilai Sebelum Optimasi	Nilai Setelah Optimasi
Nilai Maksimum <i>Throughput</i>	17.05 Mbps	29.67 Mbps
Nilai Minimum <i>Throughput</i>	0.069 Mbps	0.035 Mbps
<i>Range</i>	16.98 Mbps	29.64 Mbps
Nilai Rata – Rata <i>Throughput</i>	5.247 Mbps	9.89 Mbps



Gambar 6. Grafik perbandingan jumlah Cell LTC di Bandung sebelum dan setelah optimasi *Flexible Bandwidth*

Dapat dilihat pada gambar 6 bahwa peningkatan nilai *mean throughput* berhasil menurunkan jumlah sel yang mengalami permasalahan LTC (*Low Throughput Cell*). Sel yang dikategorikan mengalami LTC adalah sel yang nilai *throughput* yang di dapatkan oleh setiap user < 1 Mbps/user. Berdasarkan data OSS tersebut, terlihat bahwa setelah *flexible bandwidth* dilakukan pada 21 Juli 2017, rata – rata jumlah sel yang mengalami LTC di kota Bandung menurun menjadi 1.3457%, dimana sebelum optimasi *flexible bandwidth* rata – rata jumlah sel yang mengalami LTC sebesar 6.8037 %. Sehingga adanya penurunan rata – rata jumlah sel yang mengalami LTC sebesar 5.458%.



Gambar 7. Perbandingan kapasitas LTE 5 MHz dan 8 MHz

Penerapan *flexible bandwidth* berhasil meningkatkan *throughput* dan mengurangi jumlah sel yang mengalami LTC sebesar 5.458%, hal ini karena adanya penambahan *bandwidth* yang dialokasikan untuk jaringan LTE, dapat di lihat pada gambar 7 dengan *bandwidth* 8 MHz maka kapasitas sel meningkat menjadi 114 pengguna/sel, meningkat dari sebelumnya dimana dengan *bandwidth* 5 MHz kapasitas sel hanya 55 pengguna/sel.

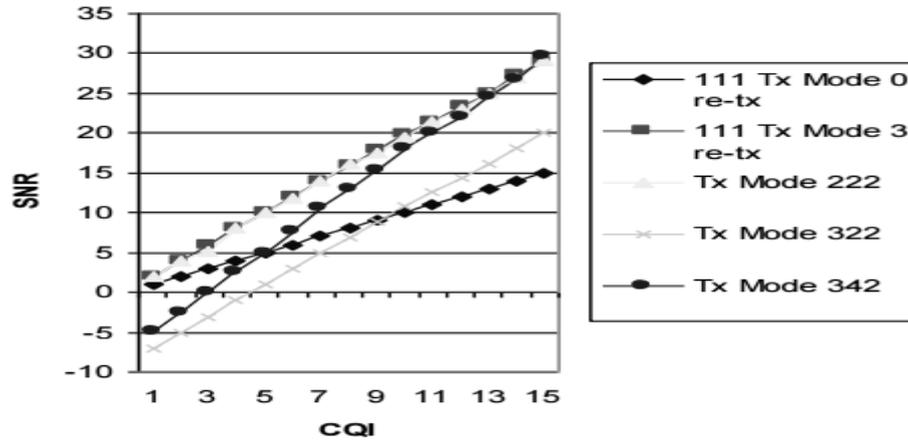
2.3.2. Analisis SINR (*Signal Interference to Noise Ratio*)

SINR merupakan parameter yang juga menunjukkan kualitas sinyal, tetapi SINR sendiri tidak didefinisikan pada standard spesifikasi 3GPP dan pada jaringan nilai SINR tidak dilaporkan ke jaringan oleh UE. Parameter SINR justru sering digunakan oleh vendor atau operator dalam menentukan relasi antara kondisi akses radio frekuensi (*radio frequency*) dengan *throughput* yang diterima oleh user.

Nilai SINR didefinisikan sebagai perbandingan besar daya sinyal yang diterima disbanding dengan interferensi dan noise yang diterima oleh penerima (*user*). SINR menjadi acuan bagi UE dalam menentukan CQI (*Channel Quality Indicator*) yang dilaporkan oleh UE ke eNodeB. CQI merupakan parameter yang menentukan skema modulasi dan coding yang digunakan pada proses transmisi. Kondisi kanal yang bagus memberikan nilai SINR dan CQI yang besar, menghasilkan skema modulasi dan coding paling paling efektif bagi user.

$$SINR = \frac{S}{(I + N)}$$

- S : Daya sinyal terima
- I : Daya interferensi rata – rata
- N : Daya noise background

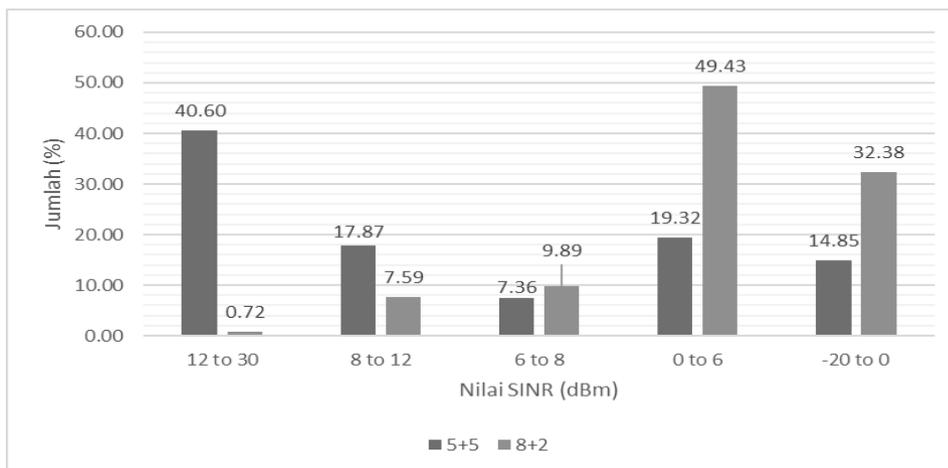


Gambar 8. Hubungan antara SINR dengan CQI [5]

Tabel 2. Hubungan antara CQI dengan modulasi [5]

CQI Index	Modulation	Code Rate ($\times 1024$)	Efficiency
0	Out of Range		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.377
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.877
6	QPSK	602	1.1758
7	16 QAM	378	1.4766
8	16 QAM	490	1.9141
9	16 QAM	616	2.4063
10	64 QAM	466	2.7305
11	64 QAM	567	3.3223
12	64 QAM	666	3.9023
13	64 QAM	772	4.5234
14	64 QAM	873	5.1152
15	64 QAM	948	5.5547

Optimasi *flexible bandwidth* mempunyai dampak yang sangat signifikan terhadap SINR, karena terjadi penurunan nilai SINR yang sangat signifikan di daerah penelitian setelah dilakukannya proses optimasi *flexible bandwidth*.



Gambar 9. Grafik perbandingan nilai SINR sebelum dan setelah optimasi *Flexible Bandwidth*

Tabel 3. Keterangan nilai SINR sebelum dan setelah optimasi *Flexible Bandwidth*

Keterangan	Nilai Sebelum Optimasi	Nilai Setelah Optimasi
Nilai Maksimum SINR	26 dBm	14 dBm
Nilai Minimum SINR	-13 dBm	-13 dBm
<i>Range</i>	39 dBm	27 dBm
Nilai Rata – Rata SINR	8.76 dBm	1.40 dBm

Terlihat pada gambar 9, grafik perbandingan nilai SINR sebelum dan setelah optimasi flexible bandwidth dilakukan menunjukkan nilai SINR yang berada pada range 0 – 6 dan (-20) – 0 meningkat drastis. Setelah dilakukan analisis, dampak penurunan nilai SINR setelah optimasi *flexible bandwidth* terjadi karena skema *flexible bandwidth* itu sendiri, dimana pada skema *flexible bandwidth* 8+2 terjadi *overlapping* frekuensi LTE dan GSM di ujung *bandwidth* standar LTE Subband 7 dan 8.

Tabel 4. Pembagian *Subband*

<i>Subband</i>	PRBs for 10 MHz
0	0 to 5
1	6 to 11
2	12 to 17
3	18 to 23
4	24 to 29
5	30 to 35
6	36 to 41
7	42 to 47
8	48 to 49

Ketika teknik ini di implementasikan, UE berperilaku sama seperti di sel dengan *bandwidth* standar. Namun UE dalam sel dengan *flexible bandwidth* mengalami interferensi inter-RAT yang lebih besar (disebabkan oleh jaringan GSM yang *overlapping*).

Karena LTE 8 MHz bukan standar *bandwidth* LTE, maka ketika UE mengukur SINR, UE mengukur dengan standar penuh 10 MHz (PRB0-PRB 49). Sedangkan LTE hanya melakukan *broadcasting* pada

PRB0-PRB41, sisa nya digunakan untuk *broadcasting* GSM. Sinyal *broadcasting* GSM dari PRB42-PRB49 dianggap sebagai interferensi untuk LTE.

Secara Teori, $SINR = 10 \log (Average RS Power / Average Interference)$, sehingga ketika UE mendeteksi *Carrier Power* GSM sebagai *interference*, maka nilai SINR menurun signifikan.

3. Simpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari paper ini adalah:

1. Teknik optimasi *flexible bandwidth* berhasil meningkatkan nilai mean throughput pada jaringan LTE dan mengurangi jumlah sel yang mengalami LTC. Setelah dilakukan nya teknik optimasi *flexible bandwidth* didapatkan perbaikan nilai *mean throughput* dari sebelum nya bernilai 5.247 Mbps meningkat menjadi 9.897 Mbps dan terjadi penurunan jumlah sel yang mengalami LTC dari sebelum nya berjumlah 6.8037% menurun menjadi 1.3457%.
2. Namun teknik optimasi *flexible bandwidth* berdampak pada penurunan nilai SINR akibat dari skema *flexible bandwidth* itu sendiri dimana terjadi nya *overlapping* jaringan GSM dan jaringan LTE di *subband* 7 dan 8. Dimana terjadi penurunan rata – rata nilai SINR yang signifikan dari sebelumnya bernilai 8.7634 dBm menurun menjadi 1.40258 dBm.
3. Nilai SINR juga akan menentukan nilai CQI, dimana nilai CQI akan menentukan teknik modulasi yang akan digunakan, dan teknik modulasi yang digunakan berpengaruh terhadap *throughput* yang dihasilkan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada PT. Hutchison 3 Indonesia yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk meneliti optimasi flexible bandwidth pada jaringannya, serta terima kasih juga kepada PT. Huawei Tech Investment dan PT. NexWave yang telah memberikan data serta masukan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan paper ini.

Daftar Pustaka

- [1]. 3GPP TS 36.213: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures"
- [2]. 3GPP TS 36.212: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding"
- [3]. 3GPP TS 36.211: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation"
- [4]. 3GPP TS 36.104: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception".
- [5]. K. Mohammad T., I. Nafiz, Md. H. Nayeemul, A. M. Shah, R. M. Musfiquir "Downlink SNR to CQI Mapping for Different Multiple Antenna Techniques in LTE", International Journal of Information and Electronics Engineering, Vol. 2, No. 5, September 2012.