

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN LTE-
ADVANCED DENGAN METODE *INTER-BAND* DAN *INTRA-BAND*
CARRIER AGGREGATION DI WILAYAH KOTA BANDUNG
(STUDI KASUS LAYANAN OPERATOR TELKOMSEL)**

**Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar
Sarjana Strata Satu (S1)**



Nama : Maria Tiar Geraldine Sihotang
NIM : 41419120166
Pembimbing : Fadli Sirait, S.SI., MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN LTE-
ADVANCED DENGAN METODE *INTER-BAND* DAN *INTRA-BAND*
CARRIER AGGREGATION DI WILAYAH KOTA BANDUNG (STUDI
KASUS LAYANAN OPERATOR TELKOMSEL)**



Disusun Oleh :

Nama : Maria Tiar Geraldine Sihotang
NIM : 41419120166
Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Fadli Sirait, S.Si., MT.)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M. Eng)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibru Hajar, S.T, M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Maria Tiar Geraldine Sihotang
NIM : 41419120166
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Perbandingan Performansi Jaringan LTE-
Advanced Dengan Metode *Inter-Band* Dan *Intra-Band Carrier Aggregation* Di Wilayah Kota Bandung (Studi Kasus Layanan Operator Telkomsel)

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penelitian Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 14 Juli 2021



(Maria Tiar Geraldine Sihotang)

ABSTRAK

Penerapan teknologi LTE di Indonesia masih terus dilakukan dan penyebaran jaringannya terus dilakukan untuk menjangkau seluruh daerah di Indonesia. Namun salah ada beberapa faktor yang mempengaruhi pengembangan jaringan LTE, salah satunya adalah keterbatasan frekuensi yang disediakan di Indonesia. Untuk mengatasi hal ini, 3GPP mengeluarkan teknologi *carrier aggregation* yang digunakan pada jaringan LTE-Advanced pada *release* 10 untuk memaksimalkan penggunaan spektrum frekuensi dan meningkatkan throughput.

Pada Tugas Akhir ini dilakukan perbandingan performansi jaringan LTE-Advanced dengan metode *inter-band carrier aggregation* dan *intra-band carrier aggregation* pada *bandwidth* 20 MHz frekuensi 1800 MHz dan *bandwidth* 20 MHz frekuensi 2300 MHz dan mendukung dua tipe *duplexing*, yaitu TDD dan FDD. Untuk melihat peningkatan jaringan, dilakukan juga simulasi jaringan LTE non CA 20 MHz pada frekuensi 1800 MHz.

Hasil dari simulasi CA berdasarkan scenario yang telah ditentukan dengan memperhatikan kondisi awal jaringan, menunjukkan bahwa teknologi CA dapat meningkatkan nilai *throughput* secara signifikan. Hasil Tugas Akhir ini juga menunjukkan bahwa teknologi CA yang lebih optimal adalah dengan menggunakan metode *intra-band* CA 1800 MHz dan 2300 MHz dengan *aggregated bandwidth* yang lebih maksimal yaitu 40 MHz menghasilkan nilai RSRP -68,8 dBm, SINR sebesar 14,2 dB dan *throughput* 6.013 kbps.

Kata kunci: LTE-Advanced, Carrier Aggregation, spectrum frekuensi, performansi

ABSTRACT

The implementation of LTE technology in Indonesia is still being carried out and the network deployment continues to reach all regions in Indonesia. However, there are several factors that affect the development of LTE networks, one of which is the limited frequency provided in Indonesia. To solve this problem, 3GPP released carrier aggregation technology used in LTE-Advanced networks in release 10 to maximize the use of frequency spectrum and increase throughput.

In this final project, a comparison of LTE-Advanced network performance with inter-band carrier aggregation and intra-band carrier aggregation methods is carried out using bandwidth 20 MHz in frequency of 1800 MHz and bandwidth 20 MHz in frequency of 2300 MHz and supports two types of duplexing, TDD and FDD. To see the network improvement, a simulation of the non CA 20 MHz LTE network was also carried out at frequency of 1800 MHz.

The results of the CA simulation based on a predetermined scenario, show that CA technology can significantly increase the throughput value. The results of this Final Project also show that intra-band CA method of 1800 MHz and 2300 MHz with a maximum aggregated bandwidth of 40 MHz is more optimal, resulting in an RSRP value of -68.8 dBm, SINR of 14.2 dB and throughput 6.013 kbps.

Keywords: *LTE-Advanced, Carrier Aggregation, frequency spectrum, performance*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur bagi Tuhan Yesus Kristus, karena atas kasih, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul “**Analisis Perbandingan Performansi Jaringan LTE-Advanced Dengan Metode *Inter-Band* Dan *Intra-Band Carrier Aggregation* Di Wilayah Kota Bandung (Studi Kasus Layanan Operator Telkomsel)**”. Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, banyak sekali tantangan dan hambatan yang dihadapi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, namun penulis selalu mendapatkan dukungan baik secara mental dan moril, nasihat, doa, bantuan ilmu, motivasi dan pengarahan yang baik. Karena itu, izinkanlah Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa memberikan kesehatan, berkat dan keselamatan kepada penulis selama proses perkuliahan hingga pada saat pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, yang senantiasa selalu memberikan dorongan semangat, dukungan, motivasi, nasehat, doa, dan kasih sayang kepada penulis pada saat pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Fadli Sirait, S.SI., MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat dikerjakan dan diselesaikan dengan baik.
4. Teman-teman seperjuangan ekstensi program Sarjana dari D3 Teknik Telekomunikasi Telkom, yaitu Fiqhi, Aul, Eby, Iky, Kaira, Adibah, Ginan,

Husein, dan Miraj yang telah memberikan banyak bantuan, dukungan, motivasi, dan doa kepada penulis selama proses perkuliahan ini

5. Sahabat penulis, Kaira dan Fiqhi yang selalu menghibur, membantu dan mendukung penulis sejak masih di D3, yang selalu setia mendengar keluhan apapun dan membantu penulis setiap mengalami kesulitan dalam perkuliahan maupun pekerjaan. Semoga persahabatan ini selalu terjalin sampai kita menua dan sukses. Penulis terlalu sayang kalian dan tidak bisa membayangkan menjalani perkuliahan tanpa kalian.
6. Teman-teman MAMEN, Madya Tarakanita, Agustrifina Ben Lukas, Evaldry dan Nesy Khohar sahabat yang selalu memotivasi, mendukung, memberikan doa dan semangat kepada penulis sejak masa sekolah hingga masa perkuliahan.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang juga telah memberikan banyak dukungan, motivasi, dan doa. Semoga Tuhan senantiasa membalas budi baik semua pihak yang telah memberikan kontribusinya dalam kehidupan penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunannya, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Jakarta, 20 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 <i>Long Term Evolution Advanced (LTE-A)</i>	8
2.3 FDD LTE dan TDD LTE.....	9
2.4 Arsitektur <i>LTE-Advanced</i>	9
2.5 Perbandingan Performa LTE dan <i>LTE-Advanced</i>	11
2.6 <i>Carrier Aggregation</i>	11
2.6.1 <i>Carrier Aggregation Classes</i>	12

2.7	<i>Coverage Planning</i>	13
2.8	<i>Capacity Planning</i>	18
2.9	Parameter <i>Radio Frequency (RF) LTE</i>	20
2.9.1	<i>Reference Signal Received Power (RSRP)</i>	21
2.9.2	<i>Signal to Interference Noise and Ratio (SINR)</i>	21
2.9.3	<i>Throughput</i>	22
BAB III		23
3.1	Deskripsi Proyek Akhir	23
3.2	Diagram Alir Tugas Akhir.....	24
3.3	Identifikasi Wilayah	25
3.4	Identifikasi <i>Existing Site</i>	26
2.5	Identifikasi Data <i>Operating Support System (OSS)</i>	27
3.6	<i>Carrier Aggregation</i>	28
3.7	<i>Capacity Planning</i>	29
3.8	<i>Coverage Planning</i>	33
3.9	Konfigurasi Skenario <i>Carrier Aggregation</i>	36
3.10	Atoll.....	37
BAB IV		38
4.1	Deskripsi Simulasi Perencanaan.....	38
4.2	Simulasi Skenario 1 Kondisi Jaringan LTE.....	39
4.3	Simulasi Skenario 2	41
4.4	Simulasi Skenario 3	43
4.5	Simulasi Skenario 4.....	45
4.6	Perbandingan dan Analisis Hasil Simulasi	47
4.6.1	Perbandingan Parameter RSRP.....	47
4.6.2	Perbandingan Parameter SINR	48
4.6.3	Perbandingan Parameter <i>Throughput</i>	48

BAB V.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN A	55
LAMPIRAN B	57
LAMPIRAN C	59
LAMPIRAN D.....	60



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 FDD & TDD <i>Frame Structure</i> [7]	9
Gambar 2. 2 Arsitektur Jaringan LTE	10
Gambar 2. 3 <i>Carrier Aggregation</i>	12
Gambar 2. 4 <i>Intra-band contiguous CA</i>	12
Gambar 2. 5 <i>Intra-band non-contiguous CA</i>	13
Gambar 2. 6 <i>Non-Contagious Inter Band CA</i>	13
Gambar 2. 7 <i>Link Budget UL</i>	14
Gambar 2. 8 <i>Link Budget DL</i>	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas Akhir	25
Gambar 3. 2 Batas wilayah kelurahan Sukamiskin.....	26
Gambar 3. 3 Analisis data OSS <i>User vs Throughput</i>	27
Gambar 3. 4 Model sistem skenario Non CA dan CA	28
Gambar 3. 5 Skenario simulasi CA dengan dua metode <i>duplexing</i>	29
Gambar 4. 1 Peta cakupan nilai RSRP.....	39
Gambar 4. 2 Peta cakupan nilai SINR	40
Gambar 4. 3 Peta cakupan nilai <i>Throughput</i>	40
Gambar 4. 4 Peta cakupan nilai RSRP Skenario 2.....	41
Gambar 4. 5 Peta cakupan nilai SINR Skenario 2	42
Gambar 4. 6 Peta cakupan nilai <i>Throughput</i> Skenario 2	42
Gambar 4. 7 Peta cakupan nilai RSRP Skenario 3.....	43
Gambar 4. 8 Peta cakupan nilai SINR Skenario 3	44
Gambar 4. 9 Peta cakupan nilai <i>Throughput</i> Skenario 3	44
Gambar 4. 10 Peta cakupan nilai RSRP Skenario 4.....	45
Gambar 4. 11 Peta cakupan nilai SINR Skenario 4	46
Gambar 4. 12 Peta cakupan nilai <i>Throughput</i> Skenario 4	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka	6
Tabel 2. 2 <i>IMT-Advanced requirement</i> dan <i>LTE-Advanced project capability</i> [2]	8
Tabel 2. 3 Perbandingan performansi LTE dan <i>LTE-Advanced</i>	11
Tabel 2. 4 Standar Nilai RSRP Operator Telkomsel	21
Tabel 2. 5 Standar Nilai SINR Operator Telkomsel	22
Tabel 2. 6 Standar Nilai <i>Throughput</i> Operator Telkomsel	22
Tabel 3. 1 Letak Existing Site Operator Telkomsel	26
Tabel 3. 2 Persentase Penggunaan RB	28
Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan <i>Forecasting Number of User</i>	29
Tabel 3. 4 <i>Throughput per session</i>	30
Tabel 3. 5 <i>Morphology</i> untuk tiap klasifikasi wilayah	31
Tabel 3. 6 <i>Traffic penetration Ratio & Single User Throghput</i>	31
Tabel 3. 7 Nilai <i>Network Throughput</i>	31
Tabel 3. 8 <i>Cell capacity</i> dan <i>cell average</i> untuk frekuensi 1800 MHz.....	32
Tabel 3. 9 <i>Cell capacity</i> dan <i>cell average</i> untuk frekuensi 2300 MHz.....	32
Tabel 3. 10 Hasil perhitungan <i>capacity dimensioning</i>	33
Tabel 3. 11 MAPL <i>Downlink</i>	34
Tabel 3. 12 MAPL <i>Uplink</i>	34
Tabel 3. 13 <i>Radius Cell</i>	35
Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan RSRP berdasarkan Skenario	47
Tabel 4. 2 Tabel Perbandingan SINR berdasarkan Skenario.....	48
Tabel 4. 3 Tabel Perbandingan <i>Throughput</i> berdasarkan Skenario.....	49

DAFTAR ISTILAH

- Bandwidth* : Lebar pita frekuensi dalam sebuah medium transmisi.
- Carrier aggregation* : Teknik menggabungkan spektrum frekuensi.
- Capacity* : Kapasitas pengguna dalam sebuah jaringan.
- Cell* : Cakupan wilayah dari sebuah *site*.
- Computation zone* : Zona yang akan dikalkulasikan dalam simulasi.
- Coverage* : Wilayah cakupan dalam sebuah jaringan.
- Dense urban* : Wilayah perkotaan besar dengan populasi penduduk yang sangat padat (metropolitan).
- Downlink* : Akses dari *e-NodeB* ke UE.
- Duplexing* : Sistem komunikasi dua arah.
- Engineering parameter* : Data yang berisi kumpulan informasi mengenai identitas sebuah *site*.
- e-NodeB* : Istilah *base station* dalam teknologi LTE.
- Existing site* : Pemancar yang sedang melayani pengguna (*on air*) dan terletak di sekitar wilayah perencanaan.
- Existing transmitter* : Sektor yang sedang melayani pengguna (*on air*) dan terletak pada *existing site*.
- Focus zone* : Zona yang akan menjadi fokus dalam simulasi.
- MAPL : Nilai maksimal dari redaman lintasan yang diperbolehkan.

- Link budget* : Perhitungan untuk memperoleh nilai redaman lintasan yang diperbolehkan.
- Multiple Access* : Teknik yang memungkinkan satu titik dapat diakses oleh beberapa titik yang saling berjauhan.
- Multiplexing* : Teknik penggabungan beberapa sinyal untuk dikirimkan dalam satu kanal transmisi.
- Obstacle* : Hambatan atau penghalang yang dapat mempengaruhi performansi sinyal terima.
- Path loss* : Redaman dalam suatu lintasan sinyal.
- RSRP* : Parameter kuat sinyal terima dalam teknologi LTE.
- Rural* : Wilayah terbuka dengan populasi penduduk yang masih sedikit.
- SINR* : Parameter kualitas sinyal terima dalam teknologi LTE.
- Sub urban* : Wilayah pemukiman penduduk dengan sejumlah industri kecil.
- Throughput* : Jumlah rata-rata bit yang diterima UE dalam sebuah jaringan.
- UE* : Perangkat yang digunakan oleh pengguna untuk mengakses layanan.
- Uplink* : Akses dari UE ke *e-NodeB*.
- Urban* : Wilayah perkotaan menengah dengan penduduk yang cukup padat.

DAFTAR SINGKATAN

BHSA	: <i>Busy Hour Service Attempt</i>
BLER	: <i>Block Error Rate</i>
BS	: <i>Base Station</i>
dB	: <i>Decibel</i>
dBm	: <i>Decibel Milliwatt</i>
EIRP	: <i>Effective Isotropic Radiated Power</i>
EPC	: <i>Evolved Packet Core</i>
E-UTRAN	: <i>Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network</i>
FDD	: <i>Frequency Division Duplex</i>
HSS	: <i>Home Subscriber Server</i>
KPI	: <i>Key Performance Indicator</i>
LTE	: <i>Long Term Evolution</i>
MAPL	: <i>Maximum Allowable Path Loss</i>
Mbps	: <i>Megabit per second</i>
MHz	: <i>Megahertz</i>
MIMO	: <i>Multiple Input and Multiple Output</i>
MME	: <i>Mobile Management Entity</i>
MS	: <i>Mobile Station</i>

OFDMA	: <i>Orthogonal Frequency Division Multiple Access</i>
OSS	: <i>Operating Support System</i>
PAR	: <i>Peak to Average Ratio</i>
PCI	: <i>Physical Cell Identity</i>
PCRF	: <i>Policy Control and Rules Function</i>
P-GW	: <i>Packet Data Network Gateway</i>
QAM	: <i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
QPSK	: <i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
RF	: <i>Radio Frequency</i>
RSRP	: <i>Reference Signal Received Power</i>
SC-FDMA	: <i>Single Carrier Frequency Division Multiple Access</i>
S-GW	: <i>Serving Gateway</i>
SINR	: <i>Signal to Interference Noise Ratio</i>
UE	: <i>User Equipment</i>