

TUGAS AKHIR

Analisa Performansi Jaringan Terhadap Pengaruh *Carrier Aggregation* dan *Soft Frequency Reuse* Pada Teknologi LTE-Advanced di Wilayah Kebayoran Lama Jakarta

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



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Ginanty Ajeng Anissa

NIM : 41419120181

Pembimbing : Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2021

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PERFORMANSI JARINGAN TERHADAP PENGARUH
CARRIER AGGREGATION DAN SOFT FREQUENCY REUSE PADA
TEKNOLOGI LTE-ADVANCED DI WILAYAH
KEBAYORAN LAMA JAKARTA**



Nama : Ginanty Ajeng Anissa
NIM : 41419120181
Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS
Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir
MERCU BUANA

(Dr. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T.)

Kaprodi Teknik Elektro

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

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibrtu Hajar, ST. M.Sc)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ginanty Ajeng Anissa

N.I.M : 41419120181

Program Studi : S1 Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisa Performansi Jaringan Terhadap Pengaruh Carrier Aggregation dan Soft Frequency Reuse Pada Teknologi LTE-Advanced di Wilayah Kebayoran Lama Jakarta

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 bertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

Jakarta, 17 Juli 2021



(Ginanty Ajeng Anissa)

ABSTRAK

Adanya kegiatan *Work From Home* (WFH) dan *School From Home* (SFH) saat pandemi Covid-19 ini membuat operator berlomba-lomba untuk menghasilkan kualitas layanan yang baik guna mendukung kegiatan tersebut. Hal ini menyebabkan kebutuhan *bandwidth* yang besar untuk mengakses aplikasi pendukung untuk WFH dan SFH. Untuk menangani permasalahan tersebut, dilakukan pemanfaatan spektrum frekuensi secara efisien. Dengan dikembangkannya layanan *LTE-Advanced* didukung fitur *carrier aggregation* memungkinkan untuk meningkatkan kapasitas jaringan dengan pemanfaatan *bandwidth* yang tersedia. Dikarenakan teknik tersebut dapat mengakibatkan interferensi, maka dikombinasikan dengan metode *soft frequency reuse* sebagai manajemen interferensi.

Pada Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan jaringan *LTE-Advanced* menggunakan fitur *carrier aggregation* dengan menggabungkan frekuensi 1800 MHz dan 2100 MHz yang masing-masing memiliki *bandwidth* sebesar 10 MHz serta mengkombinasikan dengan metode *soft frequency reuse* dengan memperhatikan kondisi awal jaringan di wilayah penelitian yaitu Kebayoran Lama Jakarta Selatan. Simulasi penerapan ini dilakukan menggunakan *software Atoll 3.3* dengan acuan parameter RF yaitu, RSRP, SINR, *throughput*, dan presentase penggunaan *user connected*.

Tugas Akhir ini menghasilkan pengaruh terhadap performansi jaringan *LTE-Advanced* dengan penerapan CA dan SFR. Rata-rata hasil akhir RSRP didapat sebesar -85.19 dBm lebih baik dibandingkan dengan hanya skenario CA, SINR didapat 7.63 dB dan *throughput* meningkat menjadi 16.67 Mbps yang mana pada kondisi CA hanya mendapat 10.72 Mbps. Hal ini diikuti dengan peningkatan *user connected* sebanyak 419 *user* daripada skenario CA.

Kata Kunci: *Bandwidth, Carrier Aggregation, LTE-Advanced, RSRP, SINR, soft frequency reuse, throughput, dan user connected.*

ABSTRACT

The existence of Work From Home (WFH) and School From Home (SFH) activities during the Covid-19 pandemic has made operators compete to produce good quality services to support these activities. This causes a large bandwidth requirement to access supporting applications for WFH and SFH. To deal with these problems, efficient use of the frequency spectrum is carried out. With the development of LTE-Advanced services supported by the carrier aggregation feature, it is possible to increase network capacity by utilizing available bandwidth. Because this technique can cause interference, it is combined with the soft frequency reuse method as interference management.

In this Final Project, LTE-Advanced network planning is carried out using the carrier aggregation feature by combining the frequencies of 1800 MHz and 2100 MHz, each of which has a bandwidth of 10 MHz and combining it with the soft frequency reuse method by taking into account the initial conditions of the network in the research area, namely Kebayoran Lama Jakarta. South. The simulation of this application is carried out using Atoll 3.3 software with reference to RF parameters, namely, RSRP, SINR, throughput, and the percentage of user connected usage.

This final project produces an effect on the performance of the LTE-Advanced network with the application of CA and SFR. The average final RSRP result is -85.19 dBm, which is better than the CA scenario, the SINR is 7.63 dB and the throughput increases to 16.67 Mbps, which in CA conditions only gets 10.72 Mbps. This is followed by an increase in user connected by 419 users compared to the CA scenario.

Keywords: *Bandwidth, Carrier Aggregation, LTE-Advanced, RSRP, SINR, soft frequency reuse, throughput, and user connected*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa mencurahkan taufik dan hidayah-Nya, serta shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Dengan penuh syukur Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) dengan judul **“Analisa Performansi Jaringan Terhadap Pengaruh Carrier Aggregation dan Soft Frequency Reuse Pada Teknologi LTE-Advanced di Wilayah Kebayoran Lama Jakarta”**. Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama pembuatan Tugas Akhir, karena dengan itu penulis dapat menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan, kesehatan dan keselamatan penulis pada saat pengerjaan proyek akhir ini.
2. Ayah, Ibu, dan Adik penulis serta keluarga besar yang telah memberikan do’a, motivasi dan sumber semangat penulis selama pengerjaan proyek akhir ini.
3. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. Teman-teman dari Kelas Karyawan Universitas Mercu Buana Kampus Meruya program studi Teknik Elektro Angkatan 36.
6. Semua pihak yang membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga kedepannya Tugas Akhir ini dapat diperbaiki dan dikembangkan.

Jakarta, 15 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR ISTILAH	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metodologi Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 <i>Long Term Evolution-Advanced</i> (LTE-A).....	14
2.3 Arsitektur LTE-A.....	16
2.4 Carrier Aggregation	18
2.4.1 Konfigurasi <i>Carrier Aggregation</i>	19
2.5 <i>Frequency Reuse</i>	21
2.5.1 <i>Soft Frequency Reuse</i> (SFR)	22
2.6 Alokasi Spektrum Frekuensi Operator di Indonesia	23
2.7 Perencanaan Jaringan LTE	24
2.7.1 Capacity Planning	24
2.7.2 <i>Coverage Planning</i>	30
2.8 <i>Radio Frequency</i> (RF) Parameter	35

BAB III PERENCANAAN JARINGAN LTE-A	37
3.1 Deskripsi Tugas Akhir	37
3.2 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	38
3.2.1 Diagram Alir Pengerjaan SFR	40
3.3 Identifikasi Wilayah	40
3.4 Identifikasi Data <i>Existing Site</i>	42
3.5 <i>Capacity Planning</i>	43
3.5.1 Estimasi Pelanggan	44
3.5.2 Klasifikasi <i>Service Model</i> Parameter	45
3.5.3 <i>Single User Throughput</i> (SUT)	45
3.5.4 Network Throughput	46
3.5.5 <i>Throughput per cell</i>	47
3.5.6 <i>Single Site Capacity</i>	48
3.5.7 <i>Number of Site</i>	49
3.6 <i>Coverage Planning</i>	50
3.6.1 Kalkulasi <i>Maximum Allowable Path Loss</i> (MAPL) – <i>Uplink</i>	50
3.6.2 Kalkulasi <i>Maximum Allowable Path Loss</i> (MAPL) – <i>Downlink</i>	51
3.6.3 Kalkulasi Model Propagasi Cost 231-Hatta	51
3.6.4 Kalkulasi Nilai <i>Coverage Site</i>	54
3.7 Konfigurasi <i>Carrier Aggregation</i>	55
3.8 Konfigurasi Skema <i>Soft Frequency Reuse</i> (SFR)	55
3.9 Pemodelan Simulasi	56
3.9.1 Skenario 1 – Kondisi Awal <i>Existing Site</i>	57
3.9.2 Skenario 2 – Kondisi Awal <i>Existing Site</i> Dengan CA	57
3.9.3 Skenario 3 – Kondisi Awal <i>Existing Site</i> Dengan CA + SFR	58
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	59
4.1 Simulasi Skenario	59
4.1.1 Simulasi Awal – Kondisi <i>Site Existing</i>	60
4.1.2 Skenario Pertama– Kondisi Awal <i>Site Existing</i> + CA	65
4.1.3 Skenario Kedua – Kondisi Awal <i>Site Existing</i> + CA + SFR	71
4.2 Perbandingan Hasil Simulasi	78

4.2.1 Hasil Simulasi Parameter RSRP	78
4.2.2 Hasil Simulasi Parameter SINR	79
4.2.3 Hasil Simulasi Parameter <i>Throughput</i>	79
4.2.4 Hasil Simulasi <i>User Connected</i>	80
4.3 Analisa Simulasi Perencanaan	81
BAB 5 PENUTUP	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN A	88
LAMPIRAN B	90



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Jaringan LTE.....	16
Gambar 2. 2 Arsitektur E-UTRAN	17
Gambar 2. 3 Arsitektur <i>Evolved Packet Core</i> (EPC).....	17
Gambar 2. 4 Skenario <i>Carrier Aggregation</i>	20
Gambar 2. 5 CA <i>Intra-Band Contiguous</i>	20
Gambar 2. 6 <i>Inter-Band Non-Contiguous Carrier Aggregation</i>	20
Gambar 2. 7 <i>Inter-Band Non-Contiguous Carrier Aggregation</i>	21
Gambar 2. 8 Pembagian <i>Frequency Reuse</i>	21
Gambar 2. 9 <i>Soft Frequency Reuse</i>	22
Gambar 2. 10 Alokasi Frekuensi 1800 MHz	23
Gambar 2. 11 Alokasi Spektrum Frekuensi 2100 MHz	23
Gambar 2. 12 Skema <i>Link Budget</i> pada Sisi <i>Uplink</i>	31
Gambar 2. 13 Skema <i>Link Budget</i> pada Sisi <i>Downlink</i>	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	38
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengerjaan SFR.....	40
Gambar 3. 3 Peta Wilayah Kebayoran Lama	41
Gambar 3. 4 Boundary <i>Existing Site</i> Pada Atoll	43
Gambar 4. 1 Penyebaran <i>Site Existing</i> pada Atoll.....	60
Gambar 4. 2 Parameter RSRP Pada <i>Site Existing</i>	61
Gambar 4. 3 Histogram RSRP <i>Site Existing</i>	61
Gambar 4. 4 Parameter SINR Pada <i>Site Existing</i>	62
Gambar 4. 5 Histogram SINR <i>Site Existing</i>	63
Gambar 4. 6 Parameter <i>Throughput</i> Pada <i>Site Existing</i>	64
Gambar 4. 7 Histogram <i>Throughput Site Existing</i>	64

Gambar 4. 8 Nilai Rata-rata <i>Throughput</i> pada <i>Site Existing</i>	65
Gambar 4. 9 Jumlah <i>user</i> pada Simulasi <i>Site Existing</i>	65
Gambar 4. 10 Parameter RSRP Pada <i>Site Existing</i> Dengan CA.....	66
Gambar 4. 11 Histogram RSRP <i>Site Existing</i> Dengan CA.....	66
Gambar 4. 12 Parameter SINR Pada <i>Site Existing</i> Dengan CA	68
Gambar 4. 13 Histogram SINR <i>Site Existing</i> Dengan CA.....	68
Gambar 4. 14 Parameter <i>Throughput</i> Pada <i>Site Existing</i> Dengan CA	69
Gambar 4. 15 Histogram <i>Throughput</i> <i>Site Existing</i> Dengan CA.....	70
Gambar 4. 16 Nilai Rata-rata <i>Throughput</i> pada <i>Site Existing</i> + CA	71
Gambar 4. 17 Jumlah <i>user</i> pada Simulasi <i>Site Existing</i> + CA	71
Gambar 4. 18 Parameter RSRP Pada <i>Site Existing</i> Dengan CA + SFR	72
Gambar 4. 19 Histogram RSRP <i>Site Existing</i> Dengan CA+SFR.....	73
Gambar 4. 20 Parameter SINR Pada <i>Site Existing</i> Dengan CA+SFR.....	74
Gambar 4. 21 Histogram SINR <i>Site Existing</i> Dengan CA+SFR	74
Gambar 4. 22 Parameter <i>Throughput</i> Pada <i>Site Existing</i> Dengan CA + SFR.....	76
Gambar 4. 23 Histogram <i>Throughput</i> <i>Site Existing</i> Dengan CA + SFR	76
Gambar 4. 24 Nilai Rata-rata <i>Throughput</i> pada <i>Site Existing</i> + CA + SFR.....	77
Gambar 4. 25 Jumlah <i>user</i> pada Simulasi <i>Site Existing</i> + CA + SFR.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 2. 2 IMT-Advanced Requirements dan LTE-Advanced Project Capability..	15
Tabel 2. 3 <i>Service Model</i>	25
Tabel 2. 4 <i>Traffic Model</i>	26
Tabel 2. 5 <i>Peak to Peak Average Ratio</i>	27
Tabel 2. 6 <i>Radio Overhead</i>	28
Tabel 2. 7 Standar Nilai RSRP Operator H3I.....	35
Tabel 2. 8 Standar Nilai SINR Operator H3I	36
Tabel 2. 9 Standar <i>Throughput</i> Operator H3I	36
Tabel 3. 1 Luas Wilayah dan Penduduk Kebayoran Lama.....	42
Tabel 3. 2 Tabel Jumlah Usia Produktif 2020	42
Tabel 3. 3 Estimasi Jumlah <i>User</i>	44
Tabel 3. 4 Hasil <i>Throughput per Session</i>	45
Tabel 3. 5 Hasil Nilai <i>Single User Throughput</i>	46
Tabel 3. 6 Nilai <i>Network Throughput Layer IP</i>	46
Tabel 3. 7 Nilai <i>Network Throughput Layer MAC</i>	47
Tabel 3. 8 <i>Average SINR Distribution Uplink</i>	47
Tabel 3. 9 <i>Average SINR Distribution Downlink</i>	48
Tabel 3. 10 <i>Number of Site</i>	49
Tabel 3. 11 Nilai MAPL <i>Uplink</i>	50
Tabel 3. 12 Nilai MAPL <i>Downlink</i>	51
Tabel 3. 13 Parameter Fisik.....	52
Tabel 3. 14 Hasil <i>Coverage Site 1800 MHz</i>	54
Tabel 3. 15 Hasil <i>Coverage Site 2100 MHz</i>	54
Tabel 3. 16 Pemodelan Alokasi Daya Kondisi <i>Existing</i>	57

Tabel 3. 17	Pemodelan Alokasi Daya dan <i>Bandwidth Existing Site</i> dengan CA ..	57
Tabel 3. 18	Pemodelan Alokasi Daya dan <i>Bandwidth Existing Site</i> dengan CA ..	58
Tabel 4. 1	Perbandingan Hasil Simulasi RSRP	78
Tabel 4. 2	Perbandingan Hasil Simulasi SINR	79
Tabel 4. 3	Perbandingan Hasil Simulasi <i>Throughput</i>	79
Tabel 4. 4	Perbandingan Hasil Simulasi <i>User Connected</i>	80
Tabel 4. 5	Presentase Simulasi Berdasarkan Skenario 1	81
Tabel 4. 6	Presentase Simulasi Berdasarkan Skenario 2	81



DAFTAR ISTILAH

<i>Bandwidth</i>	: Lebar pita frekuensi dalam sebuah medium transmisi.
<i>Cell</i>	: Cakupan area layanan dari suatu site
<i>Capacity</i>	: Kapasitas pengguna dalam sebuah jaringan.
<i>Capacity</i>	: Kapasitas pengguna dalam sebuah jaringan.
<i>Coverage</i>	: Wilayah cakupan dalam sebuah jaringan.
<i>Downlink</i>	: Akses dari eNodeB ke UE.
<i>e-NodeB</i>	: Istilah base station dalam teknologi LTE.
<i>Existing site</i>	: Pemancar yang sedang melayani pengguna (on air) dan terletak di sekitar wilayah perencanaan.
<i>Handover</i>	: Perpindahan pengguna dari satu sel ke sel lain tanpa pemutusan hubungan.
RSRP	: Parameter kuat sinyal terima dalam teknologi LTE.
SINR	: Parameter kualitas sinyal terima dalam teknologi LTE.
<i>Throughput</i>	: Jumlah rata-rata bit yang diterima UE dalam sebuah jaringan.
UE	: Perangkat yang digunakan oleh pengguna untuk mengakses layanan.
<i>User Connected</i>	: Pelanggan yang terhubung ke suatu jaringan telekomunikasi