

SKRIPSI

***MOBILITY LOAD BALANCING PADA EVOLVED
TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK MENGGUNAKAN
SKENARIO PARETO EFFICIENCY***

***MOBILITY LOAD BALANCING ON EVOLVED
TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK USE PARETO
EFFICIENCY SCENARIO***



Disusun oleh

AGUNG ARAHMAN GUNAWAN

13101003

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2018

SKRIPSI

***MOBILITY LOAD BALANCING PADA EVOLVED
TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK MENGGUNAKAN
SKENARIO PARETO EFFICIENCY***

***MOBILITY LOAD BALANCING ON EVOLVED
TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK USE PARETO
EFFICIENCY SCENARIO***



Disusun oleh

AGUNG ARAHMAN GUNAWAN

13101003

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2018**

***MOBILITY LOAD BALANCING PADA EVOLVED
TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK MENGGUNAKAN
SKENARIO PARETO EFFICIENCY***

***MOBILITY LOAD BALANCING ON EVOLVED
TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK USE PARETO
EFFICIENCY SCENARIO***

Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto

2018

Disusun oleh

Agung Arahman Gunawan

13101003

DOSEN PEMBIMBING

Achmad Rizal Danisya, S.T., M.T.

Ridwan Pandiya, S.Si., M.Sc.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2018

HALAMAN PENGESAHAN

**MOBILITY LOAD BALANCING PADA EVOLVED TERRESTRIAL RADIO ACCESS
NETWORK MENGGUNAKAN SKENARIO PARETO EFFICIENCY**

**MOBILITY LOAD BALANCING ON EVOLVED TERRESTRIAL RADIO ACCESS
NETWORK USE PARETO EFFICIENCY SCENARIO**

Disusun oleh
AGUNG ARAHMAN GUNAWAN
13101003

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal
12 Februari 2018

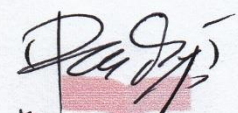
Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Achmad Rizal Danisya, S.T., M.T.
NIDN. 0601128301

Pembimbing Pendamping : Ridwan Pandiya, S.Si., M.Sc.
NIDN. 0625088202

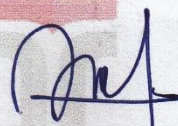
Penguji 1 : Muntaqo Alfin Amanaf, S.ST., M.T.
NIDN. 0607129002

Penguji 2 : Rafina Destiarti Ainul, S.ST., M.T.
NIP. 17930053



Mengetahui,

**Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto**



Norma Amalia, S.T., M.Eng.
NIDN. 0631018902

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **AGUNG ARAHMAN GUNAWAN**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“MOBILITY LOAD BALANCING PADA EVOLVED TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK MENGGUNAKAN SKENARIO PARETO EFFICIENCY”** adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 12 Februari 2018

Yang menyatakan,



(Agung Arahman Gunawan)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Judul Skripsi ini, yaitu **“MOBILITY LOAD BALANCING PADA EVOLVED TERRESTRIAL RADIO ACCESS NETWORK MENGGUNAKAN SKENARIO PARETO EFFICIENCY”**

Berbagai macam upaya yang telah penulis tempuh sehingga berhasil melaksanakan serta menyelesaikan Laporan Skripsi ini tidak terlepas dari dukungan pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik berupa bantuan moral maupun bantuan material kepada penulis. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah AWT, karena dengan rahmat dan hidayat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi tepat waktu.
2. Kedua orangtua, Bapak Agus Gunawan dan Ibu Imas Sumiati, serta keluarga yang tiada henti-hentinya berdo'a dan memberikan dorongan semangat untuk menguatkan penulis sehingga menyelesaikan Skripsi ini.
3. Achmad Rizal Danisya S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 yang telah membimbing saya dengan sabar dari yang tadinya tidak mengerti apa – apa sampai alhamdulillah menjadi memahami mengenai NS-3 dan Bapak Ridwan Pandiyan S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.
4. Danang Aditya, sahabat – sahabat dari kosan asikmen dan kosan Kanjeng yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis selama proses pengerjaan Skripsi.
5. Rekan – rekan S1 Teknik Telekomunikasi 2013, khususnya rekan – rekan S1 Teknik Telekomunikasi A 2013 dan rekan – rekan kota Bekasi yang selalu membantu dan saling berbagi selama pengerjaan Skripsi.

6. Ibu Norma Amalia., S.T., M.Eng. ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
7. Bapak Dr. Ali Rohman., M.Si. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
8. Seluruh dosen, staf dan karyawan Program studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
9. Serta Pihak yang tidak bisa disebutkan satu – persatu.

Purwokerto, 12 Februari 2018



(Agung Arahman Gunawan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 TUJUAN PENULISAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
1.5 MANFAAT PENULIAN.....	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 TINJAUAN PUSKATA.....	6
2.2 PERKEMBANGAN TEKNOLOGI SELULAR.....	6
2.3 SEJARAH LTE.....	8
2.4 <i>LTE SYSTEM ARCHITECTURE EVOLUTION</i>	8
2.4.1 <i>USER EQUIPMENT</i>	8
2.4.2 <i>E-UTRAN</i>	8
2.4.3 <i>EVOLVED PACKET CORE</i>	9
2.4.4 <i>SERVING GATEWAY</i>	11
2.4.5 <i>PACKET DATA NETWORK GATEWAY</i>	13
2.4.6 <i>HOME SUBSCRIPTION SERVICE</i>	14
2.4.7 <i>MOBILITY MANAGEMENT ENTITY</i>	14
2.5 <i>INTERFACE PADA ARSITEKTUR LTE</i>	15
2.6 <i>DOWNLINK PHYSICAL RESOURCES</i>	17

2.6.1	<i>DOWNLINK REFERENCE SIGNAL</i>	17
2.6.2	<i>DOWNLINK PHYSICAL BROADCAST CHANNEL</i>	17
2.6.3	<i>DOWNLINK USER DATA PLANE</i>	18
2.7	<i>OFDM DAN OFDMA</i>	18
2.8	<i>FRAME STRUCTURE DAN RESOURCE BLOCK</i>	19
2.9	<i>PARAMETER RADIO KEY PERFORMANCE INDICATOR</i>	21
2.9.1	<i>REFERENCE SIGNAL RECAIVE POWER</i>	21
2.9.2	<i>REFERENCE SIGNAL RECAIVE QUALITY</i>	21
2.9.3	<i>SIGNAL TO NOISE AND INTERFERENCE RATIO</i>	21
2.9.4	<i>THROUGHPUT</i>	22
2.10	<i>LOAD BALANCING</i>	22
2.10.1	<i>MOBILITY LOAD BALANCING</i>	23
2.11	<i>LTE EVENT</i>	29
2.12	<i>NETWORK SIMULATOR 3</i>	31
2.12.1	<i>KONSEP DASAR NS-3</i>	31
2.12.2	<i>NETANIM</i>	33
2.12.3	<i>FLOW MONITOR</i>	35
2.13	<i>KONSEP EFISIENSI PARETO</i>	35
BAB 3 PEMODELAN SISTEM		37
3.1	<i>OBJEK PENELITIAN</i>	37
3.2	<i>ALAT DAN BAHAN</i>	37
3.2.1	<i>PERANGKAT SIMULASI</i>	37
3.2.2	<i>SOFTWARE</i>	37
3.3	<i>METODOLOGI PENELITIAN</i>	38
3.4	<i>PERANCANGAN SISTEM</i>	40
3.5	<i>FLOWCHART SYSTEM</i>	42
3.6	<i>SKENARIO SIMULASI</i>	44
3.7	<i>PARAMETER PENGUJIAN</i>	44
3.8	<i>METODE PENGUJIAN</i>	47
3.9	<i>ALGORITMA PENGUJIAN</i>	48
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		50
4.1	<i>TINJAUAN UMUM</i>	50

4.2	HASIL DATA	50
4.2.1	ANALISIS KINERJA SKENARIO 1	52
4.2.2	<i>THROUGHPUT</i> YANG DITERIMA OLEH UE.....	52
4.2.3	<i>THROUGHPUT</i> PADA eNB	54
4.2.4	PEMILIHAN KANDIDAT <i>eNB</i> TARGET <i>HANDOVER</i>	55
4.2.5	PEMILIHAN KANDIDAT UE YANG AKAN DI <i>HANDOVER</i>	56
4.3.1	ANALISIS KINERJA SKENARIO 2	57
4.3.2	<i>THROUGHPUT</i> PADA UE YANG DI <i>HANDOVER</i>	58
4.3.3	<i>THROUGHPUT</i> UE PADA eNB 1	59
4.3.4	<i>THROUGHPUT</i> UE PADA eNB 2	60
4.3.5	<i>THROUGHPUT</i> UE PADA eNB 3	62
4.3.6	<i>THROUGHPUT</i> YANG DITERIMA UE	63
4.3.7	<i>THROUGHPUT</i> PADA <i>eNodeB</i>	65
4.3.8	<i>GAIN THROUGHPUT</i> DAN <i>DEVIASI THROUGHPUT</i>	66
4.3.9	PERFORMASI <i>THROUGHPUT</i> UE SEBELUM DAN SETELAH MLB..	68
	BAB 5 PENUTUP	70
5.1	KESIMPULAN.....	70
5.2	SARAN.....	71
	DAFTAR PUSTAKA	72
	LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arsitektur SAE EPC	8
Gambar 2.2	Perbedaan <i>Core Mobile</i> pada 2G/3G dengan EPC	10
Gambar 2.3	Fungsi S-GW pada <i>network</i> LTE.....	12
Gambar 2.4	Koneksi SDF.....	13
Gambar 2.5	Fungsi dari MME.....	14
Gambar 2.6	<i>Interface</i> pada EPC	15
Gambar 2.7	<i>Interface</i> pada E-UTRAN	16
Gambar 2.8	Perbedaan OFDM dengan OFDMA	19
Gambar 2.9	Waktu dalam satu radio <i>frame</i>	20
Gambar 2.10	Ilustrasi <i>mobility load balancing</i>	23
Gambar 2.11	Prosedur Handover pada LTE.....	24
Gambar 2.12(a)	Sebelum dilakukanya MLB-HO.....	26
Gambar 2.12(b)	Mengurangi Parameter CIO di sel#0.....	26
Gambar 2.12(c)	Menambah Parameter CIO di sel#1	27
Gambar 2.13(a)	Sebelum dilakukanya CR-MLB	28
Gambar 2.13(b)	CR-MLB menurunkan Q_{offset} sel 1 untuk memaksa UE dalam <i>RRC idle mode</i> di sekitar sel <i>edge</i> melakukan <i>reselection</i> ke sel 1	28
Gambar 2.13(c)	5 UE telah berpindah ke sel 1 setelah dilakukanya skema CR-MLB	28
Gambar 2.14	UI NetAnim yang telah ter- <i>install</i>	32
Gambar 2.15	Contoh <i>script</i> untuk memunculkan <i>NetAnim</i>	34
Gambar 2.16	Tampilan UI <i>NetAnim</i>	34
Gambar 2.17	Tampilan perintah <i>flow monitor</i>	35
Gambar 2.18	<i>Edgeworth bowley box</i>	36
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> program skripsi.....	40
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> perancangan Simulasi.....	42
Gambar 3.3	Topologi jaringan pada Skenario 1 dengan nilai $RngSeed = 1$	45
Gambar 3.4	Topologi jaringan pada Skenario 10 dengan nilai $RngSeed = 80$.	

Gambar 3.5	<i>Flowchart</i> Pengujian.....	48
Gambar 4.1	<i>Network</i> LTE dan sebaran UE pada skenario 1	52
Gambar 4.2	<i>Throughput</i> pada UE.....	53
Gambar 4.3	<i>Throughput</i> pada eNB.....	54
Gambar 4.4	Jumlah UE yang <i>-serving</i> pada masing – masing eNB	55
Gambar 4.5	Kandidat UE yang akan di <i>handover</i>	56
Gambar 4.6	<i>Network</i> LTE dan sebaran UE pada skenario 2	57
Gambar 4.7	UE yang telah di <i>handover</i>	58
Gambar 4.8	<i>Throughput</i> yang didapat UE dari eNB 1	59
Gambar 4.9	<i>Throughput</i> yang didapat UE dari eNodeB 2	61
Gambar 4.10	<i>Throughput</i> yang didapat UE dari eNodeB 3	62
Gambar 4.11	Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>mobility load balancing</i>	63
Gambar 4.12	<i>Througput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i>	64
Gambar 4.13	Grafik performansi <i>throughput</i> UE.....	68
Gambar 6.1	Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 2	74
Gambar 6.2	Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 2	75
Gambar 6.3	Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 3	75
Gambar 6.4	Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 3	76
Gambar 6.5	Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 4	77
Gambar 6.6	Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 4	78
Gambar 6.7	Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 5	78
Gambar 6.8	Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 5	79

Gambar 6.9 Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 6	80
Gambar 6.10 Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 6	81
Gambar 6.11 Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 7	81
Gambar 6.12 Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 7	82
Gambar 6.13 Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 8	83
Gambar 6.14 Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 8	84
Gambar 6.15 Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 9	84
Gambar 6.16 Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 9	85
Gambar 6.17 Perbandingan <i>throughput</i> pada UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 10	85
Gambar 6.18 Total <i>Throughput</i> pada eNodeB sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 10	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan <i>Channel Bandwidth</i> dengan <i>RB Number</i>	21
Tabel 3.1 Parameter yang digunakan pada simulasi	41
Tabel 3.2 Konfigurasi parameter pada skenario <i>Mobility Load Balancing</i>	46
Tabel 4.1 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i>	53
Tabel 4.2 <i>Throughput</i> yang diterima oleh UE pada eNB 1	60
Tabel 4.3 <i>Throughput</i> yang diterima oleh UE pada eNB 2	61
Tabel 4.4 <i>Throughput</i> yang diterima oleh UE pada eNB 3	63
Tabel 4.5 <i>Throughput</i> UE sebelum dan setelah <i>mobility load balancing</i>	64
Tabel 4.6 Hasil <i>Gain throughput</i> dan deviasi <i>throughput</i> dari 10 kali iterasi skenario satu dan dua	67
Tabel 6.1 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 2	74
Tabel 6.2 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 3	76
Tabel 6.3 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 4	77
Tabel 6.4 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 5	78
Tabel 6.5 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 6	80
Tabel 6.6 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 7	81
Tabel 6.7 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 8	83
Tabel 6.8 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 9	84
Tabel 6.9 <i>Throughput</i> yang didapat oleh UE sebelum dan setelah <i>load balancing</i> pada iterasi ke 10	86

