

**ANALISIS PENJADWALAN KANAL *UPLINK LONG TERM
EVOLUTION (LTE)* MENGGUNAKAN ALGORITMA
*PROPORTIONAL FAIR***

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUTHIA RAHMA
NIM. 145060301111005

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENJADWALAN KANAL UPLINK LONG TERM EVOLUTION (LTE) MENGGUNAKAN ALGORITMA PROPORTIONAL FAIR

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



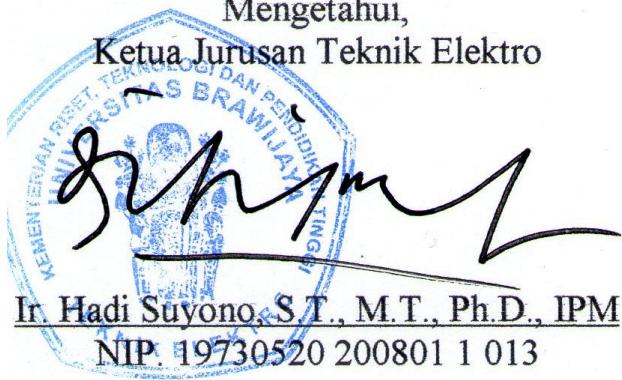
MUTHIA RAHMA
NIM. 145060301111005

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 17 Januari 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dosen Pembimbing



Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM
NIP. 19730520 200801 1 013

Ir. Endah Budi Purnomowati, M.T.
NIP. 19621116 198903 2 002

JUDUL SKRIPSI

ANALISIS PENJADWALAN KANAL UPLINK LONG TERM EVOLUTION (LTE)
MENGGUNAKAN ALGORITMA PROPORTIONAL FAIR

Nama Mahasiswa : Muthia Rahma

NIM : 145060301111005

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Dosen Pembimbing : Ir. Endah Budi Purnomowati, M.T.

..... C

Tim Dosen Penguji :

Dosen Penguji 1 : Ir. Wahju Adi Prijono, M.T.

..... J.W

A
.....

Dosen Penguji 2 : Ir. Erfan Achmad Dahlan, M.T.

.....

P.....

Dosen Penguji 3 : Primatar Kuswiradyo, S.T., M.T.

.....

Tanggal Ujian : 8 Januari 2018

SK Penguji : 16/UN10.F07/SK/2018

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 15 Januari 2018

Mahasiswa,



Muthia Rahma
NIM. 145060301111005

Daftar Riwayat Hidup

Nama : Muthia Rahma
Tempat / tanggal lahir : Malang, 3 Januari 1996
Alamat asal : Jalan Patimura VI d / 1, Batu
Alamat di Malang : -
Riwayat pendidikan

1. TK : TK Hajjah Mariyam Batu
Tahun : 2000-2002
2. SD : SD Negeri Sisir 05 Batu
Tahun : 2002 – 2008
3. SMP : SMP Negeri 1 Batu
Tahun : 2008 – 2011
4. SMA : SMA Negeri 1 Batu
Tahun : 2011 – 2014
5. Perguruan tinggi : Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya
Malang
Tahun : 2014 – sekarang

*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:
Bapak dan Ibu tercinta*

RINGKASAN

Muthia Rahma, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2018, *Analisis Penjadwalan Kanal Uplink Long Term Evolution (LTE) menggunakan Algoritma Proportional Fair*. Dosen Pembimbing: Endah Budi Purnomowati.

LTE merupakan teknologi telekomunikasi yang banyak dimanfaatkan saat ini karena memiliki keunggulan utama berupa *data rate* yang tinggi. Seiring meningkatnya jumlah pengguna, dibutuhkan metode yang efisien untuk memberikan pelayanan. Pelayanan yang dimaksud adalah alokasi sumber daya radio berupa *resource block* kepada *user* aktif. Proses alokasi ini disebut dengan *scheduling*/penjadwalan. Pada kanal *uplink* LTE, menggunakan teknik akses jamak *Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) dimana penjadwalan dilakukan pada *resource block* secara mengelompok pada waktu yang sama.

Pada penelitian skripsi ini, dilakukan analisis simulasi penjadwalan pada kanal *uplink* LTE. Skenario ditetapkan pada *single cell* dengan satu eNodeB dan jumlah *user* yang beragam. Pada skenario A, B, C, dan D masing-masing jumlah *user* adalah 4, 8, 12, dan 16 yang terletak pada rentang jarak 1-4 Km. *Bandwidth uplink* LTE yang dipilih yaitu 10 MHz dengan jumlah *resource block* yang dialokasikan untuk *user* aktif sebanyak 50 buah *resource block* untuk setiap 1 slot waktu. Kemudian dengan algoritma *Proportional Fair*, penjadwalan akan diprioritaskan kepada *user* dengan kondisi kanal yang lebih baik dari kondisi rata-rata. Sedangkan *user* dengan kondisi kanal kurang dari rata-rata akan mendapat penjadwalan minimal. Kondisi kanal baik pada *Line of Sight* (LOS) maupun *Non Line of Sight* (NLOS) menentukan jumlah *resource block* yang dijadwalkan berdasarkan kondisi kanal rata-rata tiap skenario. Modulasi yang digunakan adalah QPSK dan 16QAM dengan memperhatikan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) setiap *user*. Parameter yang akan dianalisis adalah *Bit Error Rate* (BER), *throughput*, dan *fairness*.

Hasil dari simulasi menunjukkan tingkat SNR yang berbanding terbalik dengan jarak *user* akan memengaruhi kondisi kanal dan menentukan jenis modulasi. *User* terjauh akan memiliki kondisi kanal paling rendah daripada *user* lain pada suatu skenario. Maka penjadwalan jumlah *resource block* juga akan menurun seiring bertambahnya jarak. Sedangkan untuk variasi jumlah *user*, akan memberi pengaruh pada kondisi kanal rata-rata. BER sistem akan cenderung tetap seiring meningkatnya jumlah *user*. *Throughput* yang dianalisis adalah *throughput* ternormalisasi maksimum tiap skenario yang nilainya akan meningkat seiring bertambahnya jumlah *user*. Hal ini dikarenakan jumlah *resource block* yang tetap dibagi dengan jumlah *user* beragam dan dipengaruhi oleh perbedaan nilai kapasitas kanal tiap *user*. Sedangkan *fairness* akan cenderung tetap mendekati nilai ideal 1 pada variasi jumlah *user*.

Kata kunci: penjadwalan, *Proportional Fair*, BER, *throughput*, *fairness*

SUMMARY

Muthia Rahma, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, January 2018, Analysis of Proportional Fair Scheduling Algorithm for Long Term Evolution (LTE) Uplink. Academic Supervisor: Endah Budi Purnomowati.

In the growth of telecommunication technology, LTE evolved to provides better services. The main advantage of LTE is the high data rate of uplink and downlink communication. As the enhancement of user numbers, the efficient methods to provide the service is needed. The form of service provided is radio frequency resource allocation, which called resource block. The process of this allocation known as a scheduling process. In the LTE uplink, requires Single Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA) that users can not be allocated to separated resource blocks because of its single carrier property.

In this paper, an analysis of scheduling simulation will be performed in the LTE uplink channel. The scenarios are set on a single cell network with one eNodeB and some active users. The amount of users in scenarios A, B, C, and D are 4, 8, 12, and 16 respectively where located between 1-4 km from eNodeB. The 50 resource blocks will occupy 10 MHz bandwidth for each time slot (0,5 ms). The scheduling of Proportional Fair algorithm will serve the user with better channel quality first. While the other users whose qualities are under average will have minimum scheduling. Channel quality on Line of Sight (LOS) and Non Line of Sight (NLOS) determine the amount of resource block allocated based on average quality of each scenario. The channel quality shown by the Signal to Noise Ratio (SNR) value determines the modulation used ie. QPSK and 16QAM. While the other parameters to be analyzed are Bit Error Rate (BER), throughput, and fairness.

The simulation results show that the SNR value is inversly proportional to the distance then it implies on modulation and channel condition. The farthest user has the lowest channel condition, then the scheduling of resource number will decrease. While for the variation of the user numbers, give implication on average channel condition. BER system will tend to constant by the increasing of user number. Throughput analyzed is maximum throughput normalized each scenario whose value increases as the user number increases. This is because the number of resource block is constant, the divided by the variation of user numbers and it is influenced by the difference in channel capacity value. While the fairness will tend to constant close to ideal value of 1 as the variation of user numbers.

Keywords: Scheduling, Proportional Fair, BER, throughput, fairness

PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim. Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Penjadwalan *Kanal Uplink Long Term Evolution (LTE)* menggunakan Algoritma *Proportional Fair*” dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada:

- Kedua orang tua, kakak, serta keluarga besar yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta semangat tanpa henti.
- Bapak Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Ibu Ir. Endah Budi Purnomowati, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberikan saran, nasehat, dan pelajaran.
- Ibu Rusmi Ambarwati, S.T., M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Telekomunikasi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Bapak Rudy Yuwono, S.T., M.T. telah banyak memberikan pengarahan dalam bidang akademik dan penelitian skripsi.
- Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang memberikan pengarahan dalam hal akademik dan penulisan skripsi.
- Bapak M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penasehat akademik yang telah memberikan saran dan pengarahan akademik.
- Bapak, Ibu dosen, laboran, dan segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
- Saudara Dioda'14 khususnya Diodagirl dan ketua angkatan serta asisten Laboratorium Telekomunikasi yang telah memberi bantuan, mendukung, mendoakan, dan memberi semangat dalam masa studi dan penyelesaian skripsi ini.
- Titah, Titi, Nola, Arby, Hilman, Hamid, Salman, Kemal, Hisam, dan Revo yang selalu memberi semangat, dorongan, dan pengalaman yang berkesan.
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyelesaian skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadar bahwa masih terdapat kekurangan karena kendala dan keterbatasan dalam pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, 15 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Long Term Evolution (LTE)</i>	5
2.1.1 Arsitektur Jaringan LTE.....	6
2.1.2 <i>Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)</i>	8
2.1.3 <i>Single Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA)</i>	9
2.2 Modulasi pada LTE.....	11
2.2.1 <i>Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)</i>	11
2.2.2 <i>Quadrature Amplitude Modulation (QAM)</i>	12
2.3 Alokasi Spektrum <i>Bandwidth</i>	13
2.3.1 <i>Resource Block (RB)</i>	13
2.3.2 <i>Channel Dependent Scheduling (CDS)</i>	13
2.4 Kanal Propagasi	15
2.4.1 Rugi-Rugi Propagasi	15
2.4.2 <i>Signal to Noise Ratio</i>	16
2.4.3 Kapasitas Kanal.....	17
2.4.4 <i>Bit Error Ratio (BER)</i>	17
2.4.5 Modulasi Adaptif	18

2.5 Algoritma	18
2.5.1 <i>Proportional Fair</i>	18
2.6 Parameter	19
2.6.1 <i>Throughput</i>	19
2.6.2 <i>Fairness</i>	19
2.7 <i>Digital Dividend</i>	20
2.8 Matlab (<i>Matrix Laboratory</i>)	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Umum	23
3.2 Identifikasi Masalah.....	23
3.3 Studi Literatur	24
3.4 Perancangan Sistem	25
3.4.1 Diagram Alir Sistem	26
3.4.2 Kanal Transmisi.....	29
3.4.3 Algoritma Penjadwalan <i>Proportional Fair</i>	29
3.5 Pengujian dan Analisa Hasil	30
3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Umum	31
4.2 <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR).....	32
4.3 Kapasitas Kanal	33
4.4 Alokasi <i>Resource Block</i>	34
4.5 <i>Bit Error Rate</i> (BER)	36
4.6 <i>Throughput</i>	37
4.7 <i>Fairness</i>	39
4.8 Analisis dan Pembahasan Data	40
4.8.1 Analisis Pengaruh Variasi Jarak <i>User</i> terhadap eNodeB.....	41
4.8.2 Analisis Pengaruh Variasi Jumlah <i>User</i>	42
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
	Tabel 2.1 Spesifikasi Teknis LTE	5
	Tabel 2.2 Parameter Layer Fisisk LTE.....	5
	Tabel 3.1 Jenis Modulasi pada Tingkat SNR	25
	Tabel 3.2 Parameter Simulasi.....	30
	Tabel 4.1 Skenario Jumlah <i>User</i> dalam <i>Single Cell</i>	31
	Tabel 4.2 Hasil Perhitungan SNR.....	33
	Tabel 4.3 Alokasi <i>Resource Block</i> pada <i>User</i> tiap TTI Skenario A	35
	Tabel 4.4 Alokasi <i>Resource Block</i> pada <i>User</i> tiap TTI Skenario B	35
	Tabel 4.5 Alokasi <i>Resource Block</i> pada <i>User</i> tiap TTI Skenario C	35
	Tabel 4.6 Alokasi <i>Resource Block</i> pada <i>User</i> tiap TTI Skenario D.....	35
	Tabel 4.7 Hasil Perhitungan BER Sistem.....	36
	Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>Throughput</i> Ternormalisasi	37
	Tabel 4.9 <i>Throughput</i> Ternormalisasi Maksimum Tiap Skenario	38
	Tabel 4.10 Hasil Perhitungan <i>Fairness</i>	39

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
	Gambar 2.1 Arsitektur jaringan LTE.....	6
	Gambar 2.2 Struktur E-UTRAN.....	7
	Gambar 2.3 Alokasi <i>user</i> pada <i>subcarrier</i> OFDMA	8
	Gambar 2.4 Skema OFDMA dan OFDM.....	9
	Gambar 2.5 Skema OFDMA dan SC-FDMA	10
	Gambar 2.6 Skema <i>mapping</i> pada SC-FDMA	11
	Gambar 2.7 Diagram konstelasi QPSK	11
	Gambar 2.8 Diagram konstelasi 16-QAM.....	12
	Gambar 2.9 Diagram konstelasi 64-QAM.....	12
	Gambar 2.10 Struktur <i>resource block</i> LTE	13
	Gambar 2.11 Skema <i>uplink</i> LTE	14
	Gambar 2.12 Alokasi frekuensi pada pita UHF	20
	Gambar 2.13 Segmentasi APT 700 MHz mode TDD	21
	Gambar 2.14 Segmentasi APT 700 MHz mode FDD	21
	Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian	23
	Gambar 3.2 Skema perancangan <i>uplink</i>	25
	Gambar 3.3 Diagram alir sistem.....	26
	Gambar 3.4 Kapasitas kanal pada <i>user</i>	27
	Gambar 3.5 Matriks kondisi kanal	27
	Gambar 3.6 Proses penjadwalan berdasarkan kondisi kanal.....	28
	Gambar 4.1 Grafik SNR terhadap variasi jarak.....	32
	Gambar 4.2 Grafik kapasitas kanal.....	34
	Gambar 4.3 Grafik <i>throughput</i> terhadap variasi jumlah <i>user</i>	39
	Gambar 4.4 Grafik <i>fairness</i> terhadap variasi jumlah <i>user</i>	40
	Gambar 4.5 Bagan analisis simulasi dan perhitungan parameter	41

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	<i>Listing</i> program Matlab Perhitungan SNR dan Kapasitas Kanal.....	52
Lampiran 2.	<i>Listing</i> program Matlab Matriks Kapasitas Kanal setiap Skenario.....	51
Lampiran 3.	<i>Listing</i> program Matlab Penjadwalan / Alokasi <i>Resource Block</i>	54
Lampiran 4.	<i>Listing</i> program Matlab Perhitungan BER.....	56
Lampiran 5.	<i>Listing</i> program Matlab Perhitungan <i>Throughput</i> dan <i>Fairness</i>	60
Lampiran 6.	Hasil Perhitungan Parameter dengan Skenario Lain.....	63

