

ALGORITMA PENGALOKASIAN *RESOURCE BLOCK* BERBASIS *QoS GUARANTEED* MENGGUNAKAN ANTENA MIMO 2X2 PADA SISTEM LTE UNTUK MENINGKATKAN *SPECTRAL EFFICIENCY*

Suci Monica Sari¹⁾, Arfianto Fahmi²⁾, Budi Syihabuddin³⁾

^{1), 2) 3)} School of Electrical Engineering, Telkom University
Jl Telekomunikasi No. 1, Bandung, 40257

Email : suciimonica@gmail.com¹⁾, arfiantof@telkomuniversity.ac.id²⁾, budisyihab@telkomuniversity.ac.id³⁾

Abstrak

Salah satu permasalahan pada sistem Long Term Evolution (LTE) adalah masalah pengalokasian Physical Resource Block (PRB). Algoritma pengalokasian PRB yang biasa digunakan memiliki performansi yang kurang memuaskan dalam menjamin Quality of Service (QoS) user. Pada penelitian ini dilakukan simulasi menggunakan suatu algoritma optimasi untuk mengalokasikan PRB kepada user. Langkah pertama dalam proses pengalokasian PRB pada algoritma ini yaitu mengestimasi jumlah PRB yang dibutuhkan oleh user dengan menggunakan perbandingan antara laju data minimum user dengan kondisi kanal rata-rata. Selanjutnya dilakukan pengalokasian PRB sampai laju data minimum user tercapai. Hasil dari simulasi dengan menggunakan algoritma ini dengan jumlah user 20 yaitu tercapainya nilai throughput 26%- 51% lebih tinggi dibandingkan dengan nilai throughput jika menggunakan algoritma Round Robin (RR).

Kata kunci: Long Term Evolution, Physical Resource Block, Throughput.

1. Pendahuluan

Long Term Evolution (LTE) merupakan komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi dengan laju data yang tinggi. Bisa digunakan teknik Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) sebagai teknik multiple access pada arah downlink dan Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) sebagai teknik modulasi [1]. Secara teoritis, LTE mampu mengirimkan data 100 Mbps pada arah downlink seperti pada [1]. Namun pada realisasinya, laju data ini belum bisa tercapai karena beberapa hal. Salah satunya adalah karena pengalokasian Physical Resource Block (PRB) kepada user.

Metode pengalokasian PRB dilakukan dengan bermacam metode antara lain seperti pada [2] dengan menggunakan algoritma greedy. Pengalokasian algoritma greedy tersebut dilakukan dengan cara mengalokasikan PRB kepada user yang memiliki CQI tertinggi. Sedangkan

pada [3] untuk mengalokasikan PRB kepada user digunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) yang berdasarkan perpindahan posisi *particle*. Pada setiap iterasinya *particle* akan menuju posisi terbaik dan pada saat bersamaan terjadi pertukaran informasi posisi terbaik. Proses algoritma ini berakhir ketika sudah didapat nilai yang optimal. Pada [4] dikenalkan algoritma pengalokasian PRB berbasis *QoS Guaranteed* dengan menggunakan konfigurasi *single antenna*. Dengan algoritma ini, PRB dialokasikan berdasarkan laju minimum yang dibutuhkan oleh masing masing user. Hasil simulasi menggunakan algoritma ini, *throughput* yang didapat lebih tinggi dibandingkan 3 algoritma penjadwalan seperti *Max C/I*, *Round Robin* (RR), dan *Proportional Fair* (PF). Pada [5] dijelaskan sebuah algoritma pengalokasian PRB untuk meningkatkan *spectral efisiensi*. Selanjutnya pada [6] dijelaskan tentang ketentuan yang harus diikuti dalam proses penjadwalan PRB kepada user.

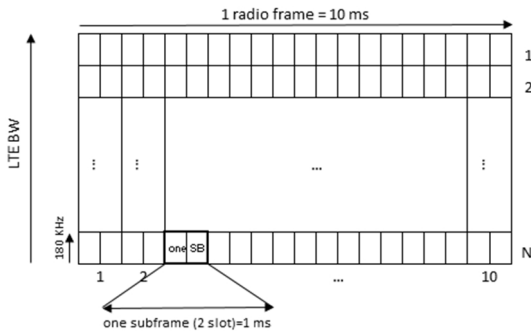
Pada penelitian ini, dilakukan proses simulasi pengalokasian PRB kepada user pada arah *downlink* menggunakan algoritma berbasis *QoS Guaranteed* berdasarkan [4] dengan menggunakan konfigurasi antenna *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) 2x2. Sebelum melakukan pengalokasian, dilakukan proses *selective combining* untuk mengetahui jalur terbaik yang digunakan. Setelah itu, dilakukan estimasi jumlah PRB dengan membandingkan laju data minimum user dengan kondisi kanal rata-rata. Selanjutnya PRB dialokasikan berdasarkan prioritasnya.

Paper ini tersusun menjadi beberapa bagian. Bagian 2 mengenalkan struktur frame LTE. Pada bagian 3 menjelaskan tentang pemodelan. Bagian 4 membahas tentang proses algoritma berbasis *QoS Guaranteed* dan parameter sistem. Pada bagian 5 membahas tentang analisis dari hasil simulasi. Dan kesimpulan dijelaskan pada bagian 6.

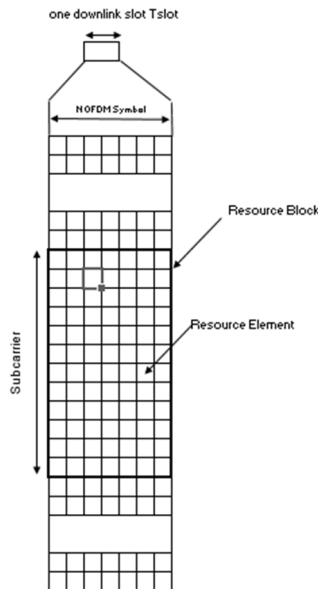
2. Struktur Frame LTE

Satu radio *frame* LTE memiliki durasi 10 ms. Terdiri dari 10 *subframe* dimana 1 *subframe* memiliki durasi 1 ms. Dan 1 *subframe* terbagi menjadi 2 *slot* dimana 1 *slot*

memiliki durasi 0.5 ms. 1 PRB terdiri dari 12 *subcarrier* (180 kHz) pada domain frekuensi dengan durasi 1 *slot* dimana dalam 1 slot terdapat 7 OFDM simbol pada normal *cyclic prefix* atau 6 OFDM simbol pada *extended cyclic prefix* [7]. Lebih jelasnya struktur frame LTE dapat dilihat pada Gambar 1 dan PRB dapat dilihat pada Gambar 2.

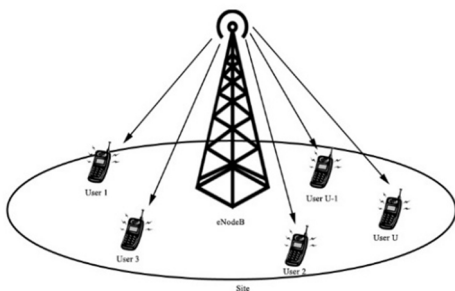


Gambar 1. Struktur Frame LTE [4]



Gambar 2. Physical Resource Block [7]

3. Model Sistem



Gambar 3. Pemodelan Sistem

Pada penelitian ini sistem di modelkan sebagai sel tunggal (*single cell*) yang terdiri dari sebuah eNodeB dan

sejumlah user yang di asumsikan dengan K seperti Gambar 3. Penggunaan *single cell* sebagai dasar asumsi bahwa tidak ada interferensi dari sel tetangga. eNodeB akan mengalokasikan PRB kepada *user*.

Bandwidth yang digunakan dalam simulasi ini adalah 5 Mhz. Berdasarkan [8] 10% dari *bandwidth* digunakan sebagai *guard band* sehingga *bandwidth* efektif yang bisa digunakan adalah 4.5 MHz. Sehingga total *subcarrier* yang bisa digunakan adalah 300 *subcarrier* (4.5MHz/15KHz) dan jumlah PRB adalah 25 PRB (4.5MHz/180KHz).

Jumlah PRB yang dialokasikan dinotasikan dengan N dengan *power* pada masing-masing PRB nilainya sama berdasarkan [6] didapat persamaan (1) seperti di bawah ini :

$$P_n = \frac{P_{tot}}{N} \quad (1)$$

Jumlah *user* yang dilayani oleh 1 *base station* di asumsikan dengan K. Selanjutnya R_k Mbit/s adalah laju data minimum yang dibutuhkan oleh *user* k dimana $k \in \{1, 2, \dots, K\}$. N_s adalah OFDM simbol dalam domain waktu $N_{sc}^{(d)}$ adalah *subcarrier* yang bisa digunakan untuk membawa data dalam domain frekuensi. Selanjutnya R_j adalah *code rate* dimana $j \in \{1, 2, \dots, J\}$ dan J adalah total MCS) yang mendukung proses transmisi, M_j adalah ukuran konstelasi, T_s durasi OFDM simbol. Berdasarkan [4] laju data 1 PRB dirumuskan dengan persamaan (2) :

$$r^j = \frac{R_j^{(c)} \text{Log}_2(M_j)}{T_s N_s} \sum_{s=1}^N N_{sc}^{(d)}(s) \quad (2)$$

Selanjutnya adalah pembangkitan nilai *Channel Quality Indicator* (CQI). CQI merupakan data masukan yang diumpambalikkan oleh *receiver* kepada *transmitter* sebagai informasi untuk penerapan proses penjadwalan kepada *user* [6]. Pada penelitian ini nilai CQI direpresentasikan dengan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang dipengaruhi oleh *pathloss*, *shadowing*, dan *multipath fading* sepanjang proses transmisi data. Besar interferensi dari sel tetangga dianggap tidak ada karena penelitian ini menggunakan *single cell*. Model *pathloss* yang digunakan adalah *Spatial Code Multiplexing* seperti yang dijelaskan pada [9]

Berdasarkan [4] nilai CQI maksimum pada PRB oleh *user* k dapat ditentukan dengan persamaan (3)

$$n_{max} = \text{argmax}(CQI) \quad (3)$$

$p_{k,n}$ dinotasikan sebagai PRB yang sudah digunakan oleh *user*. Karena masing-masing PRB hanya dialokasikan untuk 1 *user* maka ketika $p_{k,n} = 1$ maka $p_{k',n} = 0$ dimana

$\forall k' \neq k$ selanjutnya $b_{k,j}$ adalah indikator MCS yang digunakan oleh *user* k dan jika $b_{k,j} = 1$ maka $b_{k,j'} = 0$ dimana $\forall j' \neq j$. Dan berdasarkan [4] laju data yang di dapat oleh *user* k dapat dirumuskan dengan persamaan (4)

$$r_k = \sum_{n=1}^N p_{k,n} \sum_{j=1}^{g_{k,\max}(g_{k,n^*})} b_{k,j} r^{(j)} \quad (4)$$

Analisis yang digunakan adalah menggunakan perhitungan *spectral efficiency* (bps/hz) yang berdasarkan [6] dapat dirumuskan dengan persamaan (5)

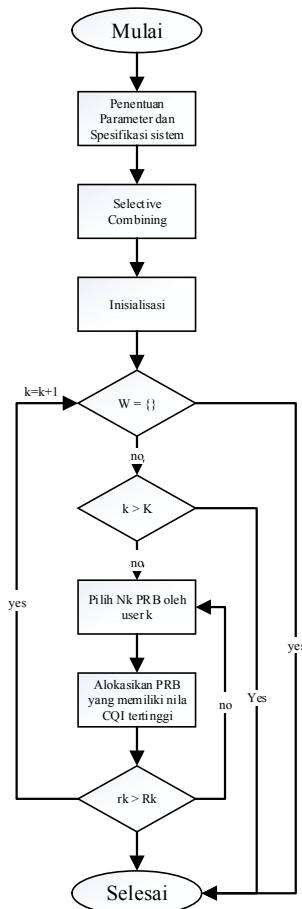
$$C_k = \sum \log_2 \left(1 + \frac{\gamma_{k,n}}{\Gamma} \right) \quad (5)$$

Dan perhitungan *throughput* yang berdasarkan [6] dengan persamaan (6)

$$R_k = \sum \frac{Bw}{N} \log_2 \left(1 + \frac{\gamma_{k,n}}{\Gamma} \right) \quad (6)$$

4. Algoritma Berbasis QoS Guaranteed

Proses algoritma dapat dilihat pada Gambar 4. Algoritma ini disimulasikan menggunakan Matlab dengan spesifikasi sistem seperti pada tabel 1.



Gambar 4. Diagram alir Algoritma

Parameter sistem dapat dilihat pada table 1 :

Tabel 1. Parameter Sistem [4]

Jumlah subcarrier	300
Jumlah PRB	25
Bandwidth	5MHz
Model kanal	Rayleigh
Jumlah user dalam 1 TTI	20
Shadowing	6-10 dB
Gain Antena BS	14 dBi
Gain Antena UE	0 dBi
Konfigurasi Antena	MIMO 2x2
BER	10 ⁻⁶
Laju Minimum User	0.768 ; 1.024 ; 1.536v Mbis/s
Modulasi dan Coding	QPSK : 1/3, 1/2, 2/3, 3/4, 4/5 16QAM : 1/2, 2/3, 3/4, 4/5 64QAM : 2/3, 3/4, 4/5

Langkah algoritma ini terbagi menjadi 3 langkah utama, yaitu:

a. Mengetahui jalur dengan nilai CQI terbaik.. Karena konfigurasi antena yang digunakan adalah mimo 2x2 maka ada 4 jalur transmisi data, sehingga ada 4 nilai CQI pada k *user* dan n PRB. Dan dengan metode *selective combining* dapat diketahui jalur dengan nilai CQI terbaik. Proses *selective combining* dirumuskan dengan persamaan (7)

$$CQI = \max(SNR(i)) \quad (7)$$

b. Mengestimasi jumlah PRB yang dibutuhkan oleh masing-masing *user*
 Cara mengestimasi jumlah PRB yang dibutuhkan adalah dengan membandingkan laju data yang dibutuhkan oleh *user* dengan kondisi kanal rata-rata.

Berdasarkan [4] rata-rata gain pada kanal dapat dihitung dengan rumus (8)

$$g_k = \frac{1}{N} \sum g_{k,n} \quad (8)$$

Berdasarkan [4] jumlah PRB yang dibutuhkan oleh *user* k dapat dihitung dengan persamaan (9)

$$N_k = \frac{R_k}{g_k} \quad (9)$$

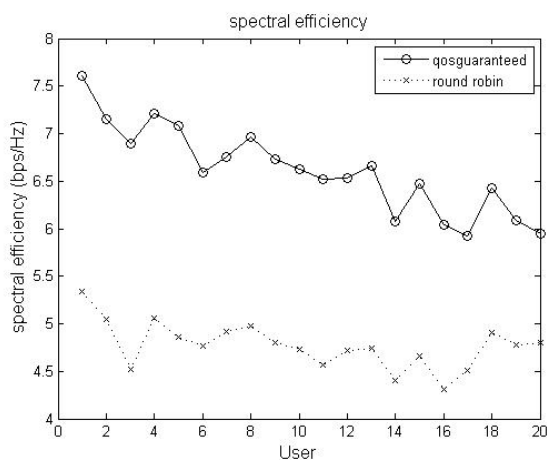
Maksud dari [x] adalah pembulatan ke nilai integer tertinggi yang mendekati nilai x.

c. Proses pengalokasian PRB ke user

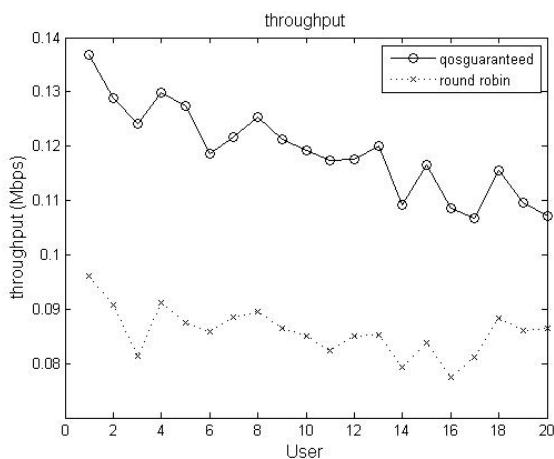
Pada proses pengalokasian, user yang memiliki laju data paling rendah harus didahulukan. Dan PRB yang dialokasikan ke user adalah PRB yang memiliki nilai CQI tertinggi. Proses pengalokasian untuk user k dilakukan hingga laju data minimal untuk user tersebut tercapai. Dan jika 1 user mendapatkan lebih dari 1 PRB maka Modulation and Coding Scheme (MCS) yang digunakan harus mengikuti nilai CQI paling rendah untuk menjamin data di transmisikan dengan benar.

5. Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan dengan 100 kali iterasi agar didapat sampel data rata-rata. Sehingga didapatkan data pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Perbandingan nilai spectral efficiency MIMO 2x2 dengan 100 TTI



Gambar 6. Perbandingan nilai throughput MIMO 2x2 dengan 100TTI

Dari Gambar 5, dengan algoritma QoS Guaranteed didapatkan nilai spectral efficiency yang lebih tinggi dibandingkan dengan algoritma Round Robin, spectral efficiency yang dihasilkan pada algoritma QoS Guaranteed tersebut lebih tinggi 26%-51%. Hal ini

disebabkan karena algoritma QoS Guaranteed pada proses pengalokasiannya PRB dengan nilai CQI paling tinggi yang dialokasikan terlebih dahulu. Sehingga menghasilkan nilai spectral efficiency yang lebih tinggi dibandingkan dengan algoritma Round Robin yang hanya mengalokasikan dengan proses first in first served.

Dari Gambar 6, dengan algoritma QoS Guaranteed didapat nilai throughput yang lebih tinggi dibandingkan dengan algoritma Round Robin. Karena nilai throughput sebanding dengan nilai spectral efficiency seperti pada persamaan (5) dan (6).

6. Kesimpulan

Pada penelitian ini sudah dilakukan proses pengalokasian PRB menggunakan algoritma berbasis QoS Guaranteed dimana proses pengalokasian dilakukan sampai laju data minimum masing-masing user terpenuhi. Dan dengan menggunakan algoritma ini didapat nilai spectral efficiency dan throughput yang lebih tinggi 26%-51% dibandingkan algoritma Round Robin

Daftar Pustaka

- [1] M. Ergen, Mobile Broadband : Including Wimax and LTE, USA: Springer, 2009.
- [2] A. M. Douglas, "A Modified Greedy Algorithm for the Assignment Problem," Thesis pada University of Louisville, no. Tidak diterbitkan, 2006.
- [3] L. Su, P. Wang and F. Liu, "Particle Swarm Optimization Based Resource Block Allocation Algorithm for Downlink LTE Systems," IEEE, pp. 970-974, 2012.
- [4] N. Guan, Y. Zhou, L. Tian, G. Sun and J. Shi, "QoS Guaranteed Resource Block Allocation Algorithm for LTE Systems," IEEE 7th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications, pp. 307-312, 2011.
- [5] Y.J.Zhang and K. Lataief, "Multiuser Adaptive Subcarrier-and-Bit Allocation with Adaptive Cell Selection in OFDM Systems," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 3, pp. 1566-1575, September 5, 2004.
- [6] S. Sadr, A. Anpalagan and K. Raahemifar, "Radio Resource Allocation Algorithm for the Downlink of Multiuser OFDM Communication Systems," IEEE Communication Surveys & Tutorials, vol. 11, pp. 92-106, 2009.
- [7] 3GPP TSG RAN TR 136.211 V8.7.0, LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channel and Modulation, 2009.
- [8] S. Rathi, N. Malik and S. M. Nidhi Chahal, "Throughput for TDD and FDD 4G LTE System," International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, vol. 3, no. 12, pp. 73-77, May 2014.
- [9] Y. S. Cho, J. Kim, W. Y. Yang and C.-G. Kang, MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB, Wiley, 2010.

Biodata Penulis

Suci Monica Sari , Jurusan Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom Bandung. Saat ini menjadi mahasiswa di Universitas Telkom Bandung

Arfianto Fahmi , memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Telekomunikasi STT Telkom lulus tahun 1998. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T), Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Bandung, lulus tahun 2004. Memperoleh gelar Doktor (Ph.D), Jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia, lulus tahun 2013.

Budi Syihabuddin , memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Telekomunikasi IT Telkom, lulus tahun 2008. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T), Jurusan Teknik Elektro IT Telkom, lulus tahun 2012.