

SIMULASI DAN ANALISIS DATA TRAFIK SCHEDULING DAN PERFORMANSI PADA SISTEM LTE ARAH DOWNLINK MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

SIMULATION AND ANALYSIS DATA TRAFFIC SCHEDULING AND PERFORMANCE IN LONG TERM EVOLUTION DOWNLINK SYSTEM USING GENETIC ALGORITHM

Josia Ezra¹, Arfianto Fahmi.², Linda Meylani.³

^{1,2,3}Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹josiaezra93@gmail.com, ²arfiantof@telkomuniversity.ac.id, ³lindameylani@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang proses alokasi *resource* pada sistem LTE mode FDD (Frequency Division Duplex) menggunakan Algoritma Genetika dan Round Robin yang dimodifikasi serta Algoritma Random untuk pembandingan sebagai teknik pengalokasian *resource*. Algoritma Genetika adalah metode pemecahan masalah dalam masalah optimasi dengan menggunakan prinsip seleksi alam. Penggunaan Algoritma Genetika pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan *throughput* dan efisiensi sistem dengan merapatkan lokasi *user data* sehingga sistem dapat melayani lebih banyak *user*. Dari hasil simulasi yang dilakukan didapatkan bahwa penggunaan Algoritma Genetika dalam proses alokasi *resource* mampu meningkatkan *throughput* serta efisiensi sistem dibandingkan dengan penggunaan Algoritma *Round Robin* yang dimodifikasi serta Algoritma Random dengan selisih *throughput* mencapai 1094,4 kbps dan selisih efisiensi mencapai 7,75%.

Kata kunci : OFDMA, *resource allocation*, algoritma genetika

Abstract

This research discussed about downlink resource allocation process in LTE system FDD (Frequency Division Duplex) mode using Genetic Algorithm with Modified Round Robin Algorithm and Random Algorithm as comparison. Genetic Algorithm is a method to solve problem based on natural selection. Genetic Algorithm used in this study aims to improve system performance by make user data more compact, thus the system can serve more user. Simulation results show that using Genetic Algorithm as resource allocation technique can improve throughput and efficiency system by make user data more compact. Throughput and efficiency system using Genetic Algorithm is higher than using Modified Round Robin Algorithm and Random Algorithm with throughput up to 1094,4 kbps difference and up to 7,75% efficiency difference.

Keywords : OFDMA, *resource allocation*, genetic algorithm

1. Pendahuluan

Pesatnya peningkatan kebutuhan komunikasi bergerak mengakibatkan adanya tuntutan untuk meningkatkan kualitas layanan komunikasi. Pengembangan teknologi komunikasi menjadi solusi guna memenuhi kebutuhan tersebut. Teknologi yang sedang berkembang saat ini adalah teknologi bernama LTE (*Long Term Evolution*), dimana teknologi ini menyediakan kualitas layanan dengan kecepatan akses yang tinggi dan kapasitas *bandwidth* yang besar. Pada teknologi ini digunakan teknik *multiplexing* berupa OFDM (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) [3]. Dibutuhkan suatu teknik pengalokasian untuk mengoptimasi performa sistem LTE karena adanya keterbatasan sumber daya radio. Pada penelitian ini digunakan Algoritma Genetika sebagai teknik pengalokasian sumber daya radio. Algoritma Genetika merupakan metode untuk mencari nilai optimasi dengan menggunakan prinsip seleksi alam [6]. Dengan memanfaatkan prinsip Algoritma Genetika yaitu dengan menerapkan proses pindah silang dan mutasi untuk mendapatkan individu terbaik, persoalan pada pengalokasian *resource* pada sistem LTE dapat dipecahkan [7]. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Hsien-Wei Tseng [7], telah dilakukan penggunaan algoritma genetika untuk meningkatkan efisiensi sumber daya radio serta meningkatkan *throughput* dan *data rate* pada sistem. Selain pada operasi *single-carrier*, alokasi *resource* menggunakan Algoritma Genetika juga diaplikasikan pada operasi *multicarrier*. Dari hasil pengalokasian didapatkan bahwa pada operasi *multicarrier* proses alokasi *resource* akan menjadi lebih efektif. Penelitian ini mengevaluasi simulasi algoritma dengan membandingkan alokasi *resource* menggunakan Algoritma Genetika

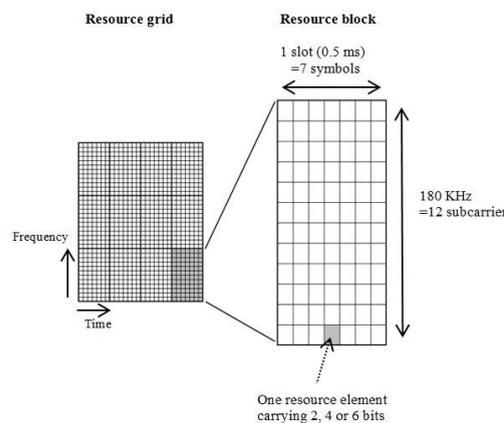
berdasarkan pada [7] dan Round Robin yang dimodifikasi [4] serta Algoritma Random pada sistem OFDMA arah *downlink* pada sistem LTE FDD. Pada paper sebelumnya [7] hanya digunakan *subframe downlink* 10 dengan *bandwidth* 10MHz untuk simulasi. Penelitian pada jurnal ini menggunakan *bandwidth* sebesar 5MHz dengan *subframe* downlink 1-4(4ms) sebagai parameter simulasi. Parameter yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah jumlah *user* yang dapat dilayani, *throughput*, dan efisiensi sistem.

2. Dasar Teori

A. LTE

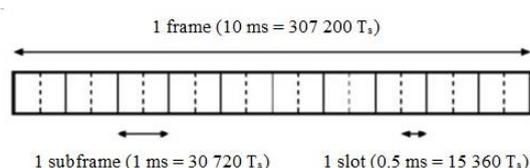
Sistem LTE adalah sebuah set spesifikasi sistem yang dikembangkan oleh 3GPP (*Third-Generation Partnership Project*). LTE menggunakan OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) sebagai teknologi *multiple access* pada arah *downlink* dan SC-FDMA pada arah *uplink*. Frekuensi yang digunakan pada sistem LTE berkisar antara 1.4 MHz sampai 20 MHz. Antena yang digunakan pada sistem LTE dibuat dapat mendukung *multi-input multi-output* (MIMO) dan sistem LTE juga mendukung mode TDD (*time division duplex*), FDD (*frequency division duplexing*), dan H-FDD (*half-duplex frequency division duplex*) [3].

Pada sistem LTE, informasi diatur dalam domain frekuensi dan waktu menggunakan *resource grid*. Sebuah RE (*Resource Element*) memiliki rentang 1 *symbol* dan 1 *subcarrier* yang membawa *physical channel bits* yang besarnya tergantung pada modulasi yang digunakan. Kumpulan dari beberapa RE membentuk RB (*Resource Block*). Sebuah RB memiliki rentang 0.5 ms (1 *slot*) dan 180KHz (12 *subcarriers*). Pada sebuah *slot* terdapat 7 OFDM *symbol* pada *normal CP* (*cyclic prefix*) atau 6 OFDM *symbol* pada *extended CP* [3].



Gambar 1. Resource Grid dan Resource Block [3]

Struktur *radio frame* pada LTE FDD dibagi menjadi kumpulan *subframe* dan *frame*. Sebuah *radio subframe* terdiri dari 2 *slot* berdurasi masing-masing 0.5 ms dan sebuah *frame* terdiri dari 10 *subframe* berdurasi masing-masing 1 ms [1]. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2. Pada mode FDD, *user device* dapat mengirim dan menerima secara bersamaan [3].



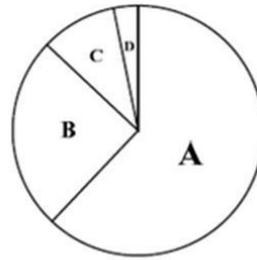
Gambar 2. Struktur Radio Frame pada mode FDD [3]

B. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika (AG) merupakan metode yang digunakan untuk mencari nilai optimasi pada sebuah sistem. Algoritma ini menggunakan prinsip seleksi alam, yakni seleksi dan evolusi untuk menghasilkan beberapa solusi dari masalah yang ada [6].

Pada Algoritma Genetika terdapat beberapa komponen salah satunya adalah *fitness*. Nilai *fitness* menunjukkan ukuran performansi, semakin besar nilai *fitness* maka semakin besar kemungkinan individu itu

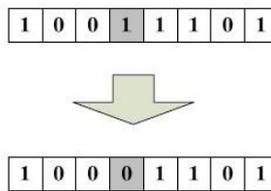
terpilih menjadi orang tua untuk generasi berikutnya. Terdapat 2 metode yang biasanya dilakukan untuk seleksi orang tua yaitu menggunakan metode *Roulette Wheel Selection* atau metode *Tournament Selection*. Metode *Roulette Wheel Selection* mirip dengan permainan *Russian Roulette* [7].



Fitnesses value: A>B>C>D

Gambar 3. Metode Roulette Wheel Selection [7]

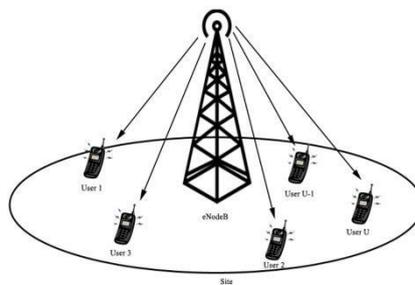
Seperti terlihat pada Gambar 3, semakin besar nilai *fitness* suatu kromosom maka kemungkinan terpilih kromosom tersebut akan semakin tinggi. Pindah Silang adalah salah satu komponen pada Algoritma Genetika yang paling penting. Pindah Silang dilakukan dengan “mengawinkan” kedua kromosom yang terpilih pada proses seleksi orang tua. Komponen Algoritma Genetika berikutnya adalah mutasi. Mutasi dapat dilakukan dengan memanipulasi nilai pada kromosom. Pada Gambar 4 terlihat proses mutasi 1 titik pada kromosom tipe *binary* [7].



Gambar 4. Mutasi pada Kromosom Tipe Binary [7]

C. Model Sistem

Sistem dimodelkan sebagai sebuah sel tunggal (*single cell*) yang terdiri dari sebuah eNodeB dan sejumlah *user*. Dalam tugas akhir ini tujuan utama penelitian dilakukan pada pengalokasian *resource* terhadap sejumlah *user* yang ada dalam radius jangkauan eNodeB pada arah *downlink* dengan mode FDD.



Gambar 5. Model Sistem

Tujuan dari penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah melakukan analisis terhadap pengalokasian *resource* terhadap *user* dengan memperhatikan batasan-batasan(*constraint*) yang harus diikuti .

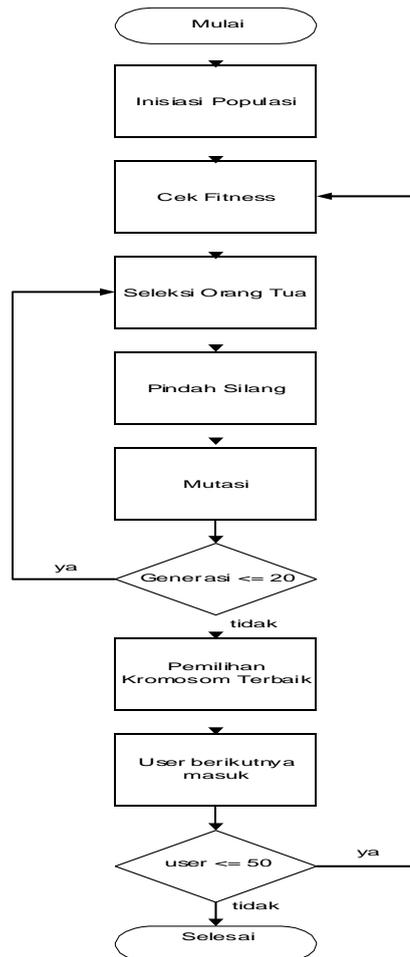
$$\sum \{ \}$$

(1)

Batasan-batasan yang digunakan pada tugas akhir ini dinotasikan C1-C3. C1 dan C2 adalah batasan yang menjamin bahwa setiap RB hanya dialokasikan hanya pada satu *user* sehingga tidak ada kemungkinan lebih dari satu *user* menempati atau mendapat alokasi RB yang sama disaat waktu yang bersamaan [1]. C3

menetapkan bahwa pengalokasian RB harus bersifat *contiguous* dan harus menggunakan teknik modulasi yang sama mengacu pada [8].

D. Proses Alokasi Resource Menggunakan Algoritma Genetika



Gambar 6. Diagram Alir Alokasi menggunakan Algoritma Genetika

Terlihat pada Gambar 6 proses pengalokasian RB menggunakan Algoritma Genetika. Langkah-langkah yang harus dijalani adalah :

a. Inisialisasi Populasi

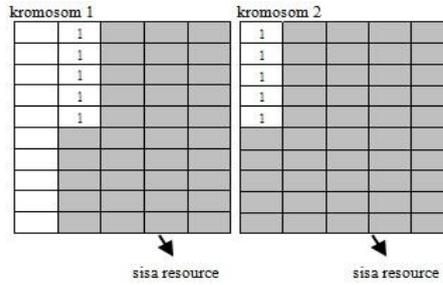
Sebuah populasi terdiri dari beberapa kromosom dengan solusi permasalahan yang berbeda-beda [6]. Contoh Inisialisasi Populasi dapat dilihat pada Gambar 7.

kromosom 1				kromosom 2				kromosom x			
1				1						1	
1				1						1	
1				1						1	
1				1						1	
1				1				...		1	

Gambar 7. Inisialisasi Populasi

b. Cek Fitness

Nilai fitness adalah banyaknya sisa *resource* yang dihitung dengan metode *back-calculation*, dimulai dari *resource* paling akhir hingga bertemu dengan *user* [7].



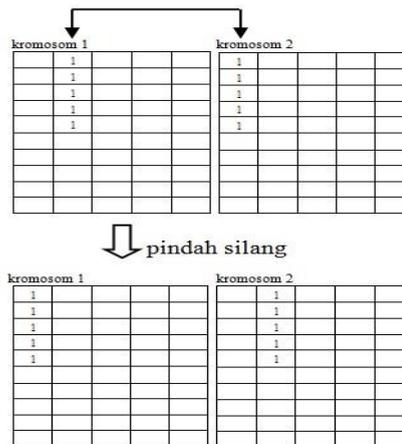
Gambar 8.Fungsi Nilai Fitness

c. Seleksi Orang Tua

Untuk Seleksi Orang Tua digunakan metode *Roulette Wheel* seperti pada [7]. Semakin besar *fitness* kromosom maka kemungkinan terpilih sebagai orang tua untuk generasi berikutnya akan semakin besar seperti terlihat pada Gambar 3.

d. Pindah Silang

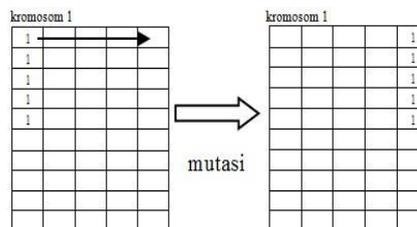
Pindah Silang dilakukan dengan cara memilih *user* secara acak dari masing-masing kromosom orang tua yang terpilih. Lakukan pemindahan lokasi *user* pada kedua kromosom, *user* kromosom 1 sesuai dengan lokasi *user* yang sama pada kromosom 2 dan sebaliknya dengan tetap mempertahankan bentuk masing-masing *user*(pemakaian RB oleh *user*) [7]. Gambar 8 menunjukkan proses pindah silang antar *user* 1 pada kromosom 1 dengan *user* 1 pada kromosom 2.



Gambar 9.Proses Pindah Silang

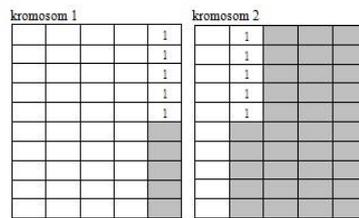
e. Mutasi

Proses Mutasi dilakukan dengan cara memilih *user* secara acak, setelah itu lokasi *user* ini dipindahkan secara acak dengan tetap mempertahankan bentuk *user* (pemakaian RB oleh *user*)[4]. Pada Gambar 10 ditunjukkan contoh mutasi *user* 1 pada kromosom 1.



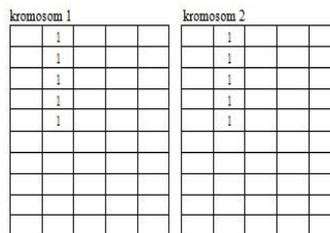
Gambar 10.Proses Mutasi

f. Pemilihan Kromosom Terbaik



Gambar 11. Proses Pemilihan Kromosom Terbaik

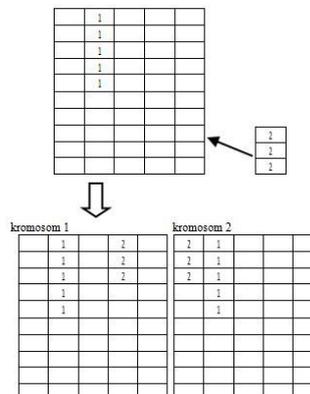
Dilakukan proses pemilihan kromosom terbaik untuk mendapatkan generasi baru. Kromosom terbaik diambil dari kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi [7]. Terlihat pada Gambar 11, kromosom 1 memiliki nilai *fitness* lebih kecil dari *fitness* kromosom 2 sehingga kromosom 2 yang terpilih menjadi generasi baru seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Generasi Baru

g. Penginputan *User* berikutnya

Setelah proses Algoritma Genetika selesai, *user* berikutnya dapat masuk kedalam sistem [7].



Gambar 13. Proses Masuknya User Berikutnya Setelah Kalkulasi Algoritma Genetika

Semua proses diatas dilakukan hingga akhirnya didapatkan hasil kromosom dengan penempatan *data user* yang lebih rapat [7].

E. Pengujian dan Analisis

Pengujian dilakukan dengan membandingkan performansi sistem menggunakan Algoritma Genetik, Round Robin yang dimodifikasi, dan Algoritma Random sebagai teknik alokasi *resource* dengan pengujian sebanyak 100 kali. Tabel 1 menunjukkan tipe layanan, *data rate*, dan probabilitas layanan. Tabel 2 menunjukkan parameter simulasi dengan mode FDD.

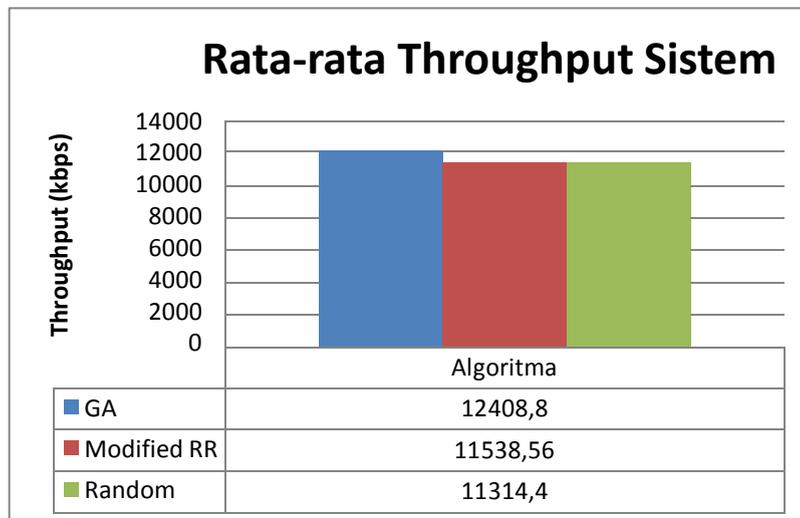
Tabel 1 Tabel Tipe Layanan dan Rasio Transmisi Data [7]

Layanan	VOIP	Video Stream	FTP (DL)	HTTP
Data rate (kbps)	64	256	2000	128
Rasio (%)	50	20	10	20

Tabel 1 Parameter Simulasi [2] [6] [7]

Parameter Simulasi	
Jumlah User	50
Generasi	20
Probabilitas Mutasi	0.2
Probabilitas Pindah Silang	0.9
Bandwidth	5MHz
Jumlah Subcarrier	300
Jumlah RB	25
Subcarrier Spacing	15 KHz
Duplex	FDD
Modulasi	QPSK
Coding Rate	1/3
Cyclic Prefix	Normal
Konfigurasi Antena	MIMO 2x2
DL Subframe	1-4

Dari hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa *throughput* sistem yang menggunakan Algoritma Genetika lebih tinggi dibandingkan dengan sistem yang menggunakan Round Robin yang dimodifikasi dan Algoritma Random. Hal ini diakibatkan karena jumlah *user* yang dapat dilayani oleh sistem yang menggunakan Algoritma Genetika lebih banyak dengan merapatkan lokasi *user data*.



Gambar 14. Perbandingan *throughput* menggunakan Algoritma Genetika, Round Robin yang dimodifikasi, dan Algoritma Random

Analisis efisiensi sistem dapat dilakukan dengan mengetahui maximum *throughput* sistem. Untuk mendapatkan maximum *throughput* yang pertama dilakukan adalah menghitung data rate per PRB menggunakan persamaan (2) seperti pada [9] :

$$\frac{(\dots)}{\sum} \dots (2)$$

() adalah *subcarrier* yang dapat digunakan untuk membawa data. merupakan OFDM symbol dalam domain waktu. adalah code rate dimana { } dan J adalah total MCS. merupakan ukuran konstelasi dan merupakan OFDM symbol.

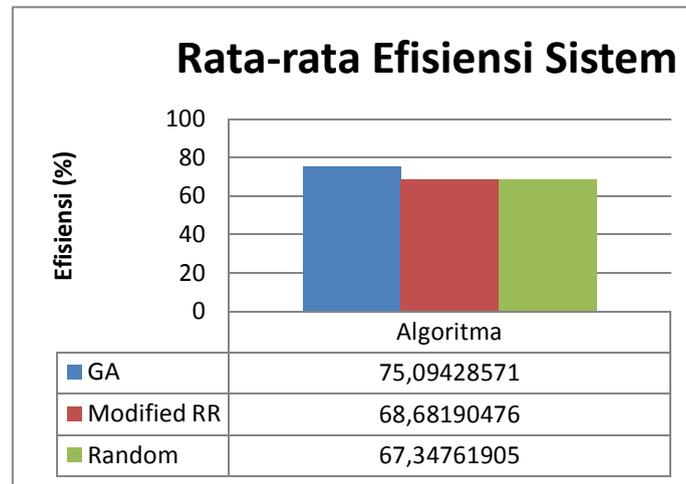
Setelah mendapatkan data rate per PRB, maximum *throughput* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (3) mengacu pada [5] :

$$(3)$$

Dimana N merupakan jumlah RB dan R_{tx} merupakan jumlah antenna MIMO yang digunakan.

Setelah maximum *throughput* diketahui, efisiensi sistem dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (4) mengacu pada [1] :

(4)



Gambar 15 Perbandingan Efisiensi Sistem menggunakan Algoritma Genetika, Round Robin yang dimodifikasi, dan Algoritma Random

Dari hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa efisiensi sistem yang menggunakan Algoritma Genetika lebih tinggi dibandingkan dengan sistem yang menggunakan Round Robin yang dimodifikasi dan Algoritma Random. Lebih banyaknya *user* yang dapat dilayani saat menggunakan Algoritma Genetika sebagai teknik alokasi *resource* mengakibatkan lebih efisiennya pemakaian RB dengan memaksimalkan *resource* yang tersedia.

F. Kesimpulan

Pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh penggunaan Algoritma Genetika pada pengalokasian RB pada sistem LTE terhadap performansi sistem. Terbukti bahwa penggunaan Algoritma Genetika meningkatkan efektivitas penggunaan *resource* dengan cara merapatkan lokasi *data user*. Penggunaan Algoritma Genetika juga meningkatkan *throughput* serta efisiensi sistem. Hasil simulasi memperlihatkan perbandingan *throughput* dan efisiensi sistem menggunakan Algoritma Genetika, Round Robin yang dimodifikasi, dan Algoritma Random. Terlihat bahwa pada proses pengalokasian RB penggunaan Algoritma Genetika, mengakibatkan peningkatan pada *throughput* mencapai 1094,4 kbps dan efisiensi sistem mencapai 7,75% dibanding dengan menggunakan Round Robin yang dimodifikasi dan Algoritma Random.

Daftar Pustaka :

- [1] Alagan. A. Kaamran. R. Sanam Sadr, "Radio Resource Allocation Algorithms for the Downlink of Multiuser OFDM Communication Systems," *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, vol. 11, 2009.
- [2] "Base Station (BS) radio transmission and reception," *3GPP TS 36.104 v8.5.0*, 2009.
- [3] C. Cox, *An introduction to LTE : LTE, LTE-advanced, SAE and 4G mobile communications*, Wiley, 2012.
- [4] Hasib. M. A. B. Farid. Abduhu. R. Hasin. Adil. M. J. Sadik. Ibrahim. K. R. Mohammad T. Kawser, "Performance Comparison between Round Robin and Proportional Fair Scheduling Methods for LTE," *International Journal of Information and Electronics Engineering*, vol. 2, 2012.
- [5] Nisha. M. Nidhi. C. Sukhvinder. M. Sonia Rathi, "Throughput for TDD and FDD 4G LTE Systems," vol. 3, no. 12, 2014.
- [6] Suyanto, *Algoritma Genetika dalam MATLAB*, Yogyakarta: ANDI, 2005.
- [7] Wei.-C. L. Chorng.-R. S. Yang.-H. L. Yih.-G. J. Hsien-Wei Tseng, "Applying Genetic Algorithms to the Data Traffic Scheduling and Performance Analysis of a Long-Term Evolution System," 2012.
- [8] Yun.-J. L. Hung-Chin Jang, "QoS-Constrained Resource Allocation Scheduling for LTE Network," 2013.
- [9] Yiqing. Z. Lin. T. Gang. S. Jinglin. S. Na Guan, "QoS Guaranteed Resource Block Allocation Algorithm for LTE Systems," 2011.