

**IMPLEMENTASI ALGORITMA LOG RULE PADA  
PENJADWALAN DOWNLINK DI JARINGAN LTE**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**OLEH :**

**DESY MARITA**

**09011281320017**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI ALGORITMA LOG RULE PADA PENJADWALAN DOWNLINK DI JARINGAN LTE

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH :

**DESY MARITA**  
09011281320017

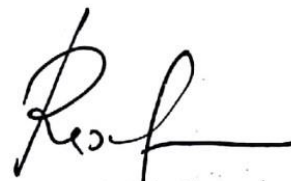
Indralaya, Agustus 2019

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer



**Rossi Passarella, M.Eng.**  
NIP. 197806112010121004

Pembimbing



**Dr. Reza Firsandaya Malik, M. T.**  
NIP. 197604252010121001

## HALAMAN PERSETUJUAN

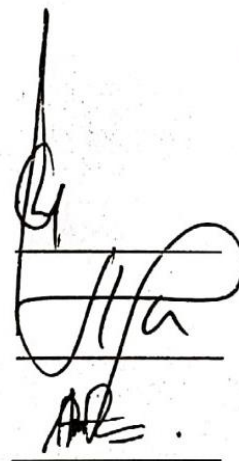
Telah diuji pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 26 Juli 2019

**Tim Penguji :**

- 1) Ketua : Sutarno, S.T.M.T.
- 2) Anggota 1 : Huda Ubaya, M.T.
- 3) Anggota 2 : Aditya Putra Perdana P, M.T.



Handwritten signatures of the testing team members, corresponding to the list above. The signatures are written on horizontal lines.

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer,**

**Rossi Passarella, M.Eng.**  
**NIP. 197806112010121004**



## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Desy Marita  
NIM : 09011281320017  
Program Studi : Sistem Komputer  
Judul : Implementasi Algoritma *Log Rule* pada Penjadwalan  
*Downlik* di Jaringan LTE

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 12%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat dari penelitian orang lain. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik yang diberikan oleh Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



Indralaya, Agustus 2019  
Yang menyatakan,



Desy Marita  
NIM. 09011281320017

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ Implementasi Algoritma *Log Rule* pada Penjadwalan *Downlink* di Jaringan LTE “.Laporan ini disusun setelah melaksanakan tugas akhir yang diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di jurusan Sistem Komputer, Universitas Sriwijaya (UNSRI).

Pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini tidak mungkin berhasil tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak lain berupa do'a, petunjuk, bimbingan, nasihat, semangat, dan fasilitas-fasilitas yang disediakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Karena hal-hal tersebut, penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada :

1. Allah SWT yang selalu melindungi, memberi segalanya kepada penulis berupa, kesehatan, orang tua, kesempatan, rezeki, pembimbing, teman dan memberi kesempatan untuk menyelesaikan study sehingga mendapatkan gelar Stara 1 di Universitas Sriwijaya.
2. Ayah dan Ibu Penulis (bapak. Ujang & Ibu. Yasilah) yang sangat aku sayangi, yang tidak pernah berhenti memberikan penulis doa restu serta bantuan secara moral dan material kepada Penulis.
3. Kakak Penulis, Adi Apriansyah, Calon Imam Penulis Eko Ardiansyah. Yang selalu memberi doa dan dukungan sampai penulis menyelesaikan study di Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M. T. selaku pembimbing tugas akhir, serta Bapak Huda Ubaya, M.T. dan Bapak Aditya Putra Pratama P, M.T. selaku anggota penguji pada sidang tugas akhir.
5. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Unsri.
6. Bapak Rossi Passarella, S.T., M. Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Unsri.
7. Bapak Sutarno, M.T selaku Sekretaris Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Unsri.

8. Bapak Sutarno, M.T. Selaku Pembimbing Akademik, yang telah membimbing penulis dari semester satu hingga terselesainya tugas ahir ini dengan baik.
9. Dosen, Staf, dan Karyawan Fakultas Ilmu Komputer UNSRI atas segala bantuannya.
10. Sahabat penulis, Nica Hartuti, Devi Purnama, Ayu Purnama Sari, Mardiah, Diah Purnama Sari, Asti Yulia Sari, Silfia Jannati, Dian Oktavian, Raihanil Janna. Yang selalu memberikan dukungan dan bersama-sama saat belajar, mengerjakan tugas, menemani penulis saat bahagia dan sedih, menemani penulis saat ingin berpergian ke suatu tempat yang belum pernah penulis kunjungi sebelumnya, dan selalu setia mendengar keluh kesah, disaat penulis ingin berbagi cerita.
11. Team Gercep, Neni Emilia, Yulinda Afriani Daulay, Rosalia Putri, Else Anggraini Yang selalu memberikan dukungan dan nasehat-nasehat.
12. Teman seperjuangan di jurusan Sistem Komputer 2013.
13. Seluruh teman-teman dan sahabat yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu, yang selalu memberikan semangat, dukungan dan bantuan kepada penulis yang sangat bermanfaat.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam laporan ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu segala kritik dan saran, sangatlah penulis harapkan agar penulis dapat segera memperbaikinya sehingga laporan ini dapat dijadikan sebagai sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan bagi pembaca sekalian, khususnya mahasiswa / mahasiswi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan dan Batasan Masalah .....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat .....	3
1.4. Metodologi Penelitian .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pendahuluan .....	6
2.2. Jaringan <i>Long Term Evolution</i> (LTE) .....	6
2.2.1. Pengertian Jaringan <i>Long Term Evolution</i> (LTE) .....	6
2.2.2. Arsitektur Jaringan <i>Long Term evolution</i> (LTE) .....	7
2.2.3. Spesifikasi dan Standar LTE .....	9
2.2.4. Fitur-fitur <i>Long Term Evolution</i> (LTE) .....	10
2.2.5. LTE Data Rate .....	11
2.2.6. Radio Access Network .....	12
2.2.7. Hubungan Downlik eNB dan UE .....	12
2.2.8. Lapisan Protokol LTE .....	13
2.2.8.1. Lapisan Layer 3 .....	13
2.2.8.2. Lapisan Layer 2 .....	14
2.2.8.3. Lapisan Layer 1 .....	16

2.3. <i>Packet Scheduler</i> .....	16
2.4. Algoritma Penjadwalan <i>Proportional Fairness</i> .....	17
2.5. Algoritma Penjadwalan <i>Log Rule</i> .....	17
2.6. <i>Downlink</i> .....	18
2.7. Parameter QoS ( <i>Quality of Service</i> ).....	18
2.8. LTE-Sim .....	19
2.8.1. Arsitektur Dasar LTE-Sim .....	20

### **BAB III. METODELOGI PENELITIAN**

3.1. Pendahuluan .....	22
3.2. Kerangka Kerja .....	22
3.2.1. Studi Pustaka.....	28
3.3. Perancangan Sistem.....	29
3.3.1. Spesifikasi Perangkat Keras .....	29
3.3.2. Spesifikasi Perangkat Lunak .....	29
3.4. Desain Simulasi Jaringan .....	30
3.5. Pengujian Simulasi.....	33
3.6. Skenario Penelitian .....	34
3.6.1. Skenario I .....	34
3.6.1.1. Perubahan Jumlah User pada Algoritma <i>Proportional fairness</i> .....	34
3.6.1.2. Perubahan Kecepatan User pada Algoritma <i>Proportional fairness</i> .....	34
3.6.2. Skenario II.....	35
3.6.2.1. Perubahan Jumlah User pada Algoritma <i>Log Rule</i> .....	35
3.6.2.2. Perubahan kecepatan User pada Algoritma <i>Log Rule</i> .....	35
3.7. Hasil dan Analisa .....	36
3.8. Penarikan Kesimpulan dan Saran .....	36

### **BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA**



4.1.	Pendahuluan .....	37
4.2.	Hasil Simulasi .....	37
4.2.1.	Hasil Skenario I .....	38
4.2.1.1.	Perubahan Jumlah User .....	38
4.2.1.2.	Perubahan Kecepatan User.....	42
4.2.2.	Hasil Skenario II .....	46
4.2.2.1.	Perubahan Jumlah User .....	46
4.2.2.2.	Perubahan Kecepatan User.....	50
4.2.3.	Analisa Perbandingan PF & Log Rule .....	54
4.2.3.1.	Perubahan Jumlah User .....	54
4.2.3.2.	Perubahan Kecepatan User.....	56

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1.	Kesimpulan .....	58
5.2.	Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Spesifikasi Perangkat Keras .....	29
Tabel 3.2. Parameter Sistem .....	31
Table 3.3. Konfigurasi Tipe Layanan .....	32
Table 4.1. Hasil Skenario I Perubahan Jumlah User ( <i>Delay</i> ).....	38
Table 4.2. Hasil Skenario I Perubahan Jumlah User ( <i>Throughput</i> ) .....	40
Table 4.3. Hasil Skenario I Perubahan Kecepatan User ( <i>Delay</i> ) .....	42
Table 4.4. Hasil Skenario I Perubahan Kecepatan User ( <i>Throughput</i> ).....	44
Table 4.5. Hasil Skenario II Perubahan Jumlah User ( <i>Delay</i> ).....	46
Table 4.6. Hasil Skenario II Perubahan Jumlah User ( <i>Throughput</i> ).....	48
Table 4.7. Hasil Skenario II Perubahan Kecepatan User ( <i>Delay</i> ).....	50
Table 4.8. Hasil Skenario II Perubahan Kecepatan User ( <i>Throughput</i> ) .....	52

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Arsitektur jaringan <i>Long Term evolution</i> (LTE) .....	7
Gambar 2.2 Lapisan Protokol <i>Downlink</i> LTE .....	13
Gambar 2.3 Kompresi Paket Data pada Lapisan Layer 2 & Layer 1 Protokol LTE	14
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Simulasi.....	24
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Proportional Fairness</i> .....	25
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Log Rule</i> .....	26
Gambar 3.5 Pemodelan Topologi Jaringan .....	30
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Pengujian Simulasi .....	33
Gambar 4.1 Grafik <i>Delay VoIP</i> pada Skenario I.....	39
Gambar 4.2 Grafik <i>Throughput VoIP</i> pada skenario I.....	41
Gambar 4.3 Grafik <i>Delay VoIP</i> pada Skenario I.....	43
Gambar 4.4 Grafik <i>Throughput VoIP</i> pada Skenario I .....	44
Gambar 4.5 Grafik <i>Delay VoIP</i> pada Skenario II .....	47
Gambar 4.6 Grafik <i>Throughput VoIP</i> pada skenario II .....	49
Gambar 4.7 Grafik <i>Delay VoIP</i> pada Skenario II .....	51
Gambar 4.8 Grafik <i>Throughput VoIP</i> pada Skenario I .....	53
Gambar 4.9 Grafik <i>Delay VoIP</i> Perubahan Jumlah User pada VoIP.....	54
Gambar 4.10 Grafik <i>Throughput</i> Perubahan Jumlah User pada <i>VoIP</i> .....	43
Gambar 4.11 Grafik <i>Delay VoIP</i> Perubahan Kecepatan User pada VoIP .....	56
Gambar 4.10 Grafik <i>Throughput</i> Perubahan Kecepatan User pada <i>VoIP</i> .....	57

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran I.** Lampiran tampilan simulasi pengujian di LTE-SIM pada Linux Mint

**Lampiran 2.** Berkas Tugas Akhir

# IMPLEMENTATION OF *LOG RULE* ALGORITHM ON DOWNLINK SCHEDULING IN LTE NETWORKS

**Desy Marita (09011281320017)**

## **Abstract**

*Long Term Evolution technology (LTE) is a network based on Internet Protocol (IP) standardized by 3rd Generation Partnership Project (3GPP). In this study, analyze the scheduling downlink of LTE with Delay parameter and Throughput using Proportional Fairness algorithm and Log Rule on LTE-Simulator using VoIP traffic. The test results show that the throughput value is 5% higher and the delay value is 3% lower in the proportional fairness algorithm when there is a change in the number of users while the delay value is 2% higher and the throughput value 3% lower in the log rule algorithm when there is a change in the user's speed. The results of this study indicate that the Proportional Fairness algorithm is better than the Log Rule in terms of throughput while the Log Rule algorithm is better than Proportional Fairness in terms of delay based on changes in the number and speed of users in each real time service.*

*Keywords : LTE, Scheduling, QoS, Scheduling Algorithm, Proportional Fairness, Log Rule.*

# IMPLEMENTASI ALGORITMA LOG RULE PADA PENJADWALAN DOWNLINK DI JARINGAN LTE

Desy Marita (09011281320017)

## Abstrak

LTE adalah suatu jaringan berbasis IP (Internet Protokol) yang distandarisasi oleh 3GPP (3rd Generation Partnership Project). Pada penelitian ini, dianalisa penjadwalan *downlink* LTE dengan parameter *Delay* dan *Throughput* menggunakan algoritma penjadwalan *Proportional Fairness* dan *Log Rule* pada LTE-Simulator dengan skenario menggunakan trafik VoIP. Dari hasil pengujian menunjukkan nilai *throughput* 5% lebih tinggi dan nilai *delay* 3% lebih rendah pada algoritma *proportional fairness* apabila terjadi perubahan jumlah *user* sedangkan nilai *delay* 2% lebih tinggi dan nilai *throughput* 3% lebih rendah pada algoritma *log rule* apabila terjadi perubahan kecepatan *user*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma *Proportional Fairness* lebih baik dibanding *Log Rule* dalam hal *throughput* sedangkan algoritma *Log Rule* lebih baik di banding *Proportional Fairness* dalam hal *delay* berdasarkan perubahan jumlah dan kecepatan *user* di setiap layanan *real time*.

Kata Kunci : LTE, *Scheduling*, QoS, Algoritma Penjadwalan, *Proportional Fairness*, *Log Rule*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Long Term Evolution* (LTE) telah dikembangkan oleh badan *3rd Generation Partnership Project* (3GPP) sebagai teknologi seluler untuk komunikasi *broadband* generasi berikutnya sejak 2009 [1]. *Long Term Evolution* (LTE) merupakan jaringan yang menjanjikan untuk multimedia dengan generasi layanan yang akan datang. Semakin meningkatnya data layanan secara signifikan pada jaringan seluler 3G maka dari itu saat ini telah dirancang skema penjadwalan pada jaringan LTE yang sebagian besar untuk mengatasi lalu lintas data dengan menggunakan simulasi LTE-Sim [1].

Pada jaringan komunikasi terkhususnya jaringan LTE terdapat suatu proses yang di sebut dengan *handoff* atau *handover*, yang merupakan proses pengalihan kanal *traffic* secara otomatis pada *User Equipment* (UE) yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan sambungan [2].

Pada penelitian sebelumnya oleh Karimah Amatullah Sitti [3] yang melakukan percobaan dengan menggunakan algoritma penjadwalan yang hanya mempertimbangkan faktor *throughput* untuk user dan tanpa memperhatikan *delay* dan jenis trafik yang dilewatkan. Padahal, tidak semua user membutuhkan *throughput* yang sama besar, namun kesesuaian pengendalian *delay* dan *fairness Index* setiap user dengan tetap memperhatikan batasan *throughput*.

Stefano, R [4] melakukan penelitian bahwa algoritma *proportional fair* (PF) tidak begitu baik dalam menangani paket berbasis *real time*, karena dalam perhitungan matriknya tidak disertakan perhitungan yang melibatkan parameter paket *real time* seperti *max. Delay* yang ada pada paket layanan *real time*. Hal ini yang melatar belakangi terbentuknya algoritma *log rule* dan *frame level schedule* (FLS) karena

kemampuan yang baik dalam menangani ciri paket *real time* yaitu sensitif terhadap *delay*.

Algoritma penjadwalan *log rule* merupakan salah satu algoritma penjadwalan yang sering digunakan oleh peneliti untuk menangani layanan video dan mempunyai kemampuan yang baik dalam menangani ciri paket *real time* yaitu sensitif terhadap *delay*. Hal ini menandakan algoritma ini sangat cocok digunakan untuk jaringan LTE dengan kondisi trafik layanan *real-time*, tetapi tidak untuk layanan *non real-time* seperti layanan *Best Effort*.

Algoritma penjadwalan *log rule* ini akan disimulasikan menggunakan LTE-Simulator berdasarkan parameter yang telah ditetapkan dengan menggunakan C++. Penelitian tugas akhir ini akan melakukan penerapan penjadwalan *downlink* di jaringan LTE menggunakan algoritma *log rule* dengan parameter *delay* dan *throughput*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini , yaitu :

1. Bagaimana cara mengimplementasikan algoritma *log rule* di MAC paket scheduler untuk menangani proses *handover* berbasis *X2 Interface* pada jaringan *Long Term Evolution* (LTE) ?
2. Bagaimana cara memantau data multimedia berupa VoIP pada saat proses *handover* berlangsung ?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih fokus pada permasalahan ini, dibuatlah pembatasan masalah. Pembatasan masalah dalam penelitian ini ,yaitu :

1. Penelitian ini berfokus di lapisan portokol LTE yaitu layer 2 MAC paket scheduler.



2. Jenis tipe *handover* yang digunakan yaitu *intra cell handover* dengan algoritma *log rule*.
3. Menggunakan simulasi LTE-Sim dengan Bahasa pemrograman yaitu C++.
4. Jenis aplikasi yang dikirim pada penelitian ini adalah *Voice over IP (VoIP)* dan batas waktu paket video dengan parameter *Delay* dan *Throughput*.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat**

### **1.4.1 Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian ini , yaitu :

1. Untuk menganalisa *Quality of Service (QoS)* saat proses transmisi data, adapun parameter yang digunakan yaitu *Delay* dan *Throughput*.
2. Untuk mengimplementasikan algoritma penjadwalan *Log Rule* pada jaringan LTE.

### **1.4.2 Manfaat**

Adapun manfaat yang didapat dalam melakukan penelitian ini , yaitu :

1. Dapat mengetahui kualitas layanan pengaksesan data pada jaringan *Long Term Evolution (LTE)*.
2. Dapat mengimplementasikan algoritma *log rule* di jaringan LTE.

## **1.5 Metodologi Penelitian**

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Studi Pustaka / Literatur

Tahap ini dilakukan dengan cara mencari dan membaca literature dan refrensi tentang metode yang akan dipakai pada jaringan *Long Term Evolution (LTE)* pada saat proses *handover* berlangsung, Algoritma Penjadwalan *Log Rule* dan

juga memilih simulator yang cocok untuk digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, sehingga dapat menunjang penulisan laporan Tugas Akhir.

## 2. Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan jaringan yang akan dibuat, perancangan topologi jaringan seeta *Flowchart* dan penentuan skenario pengujian yang akan digunakan.

## 3. Perancangan Simulasi

Pada tahap ini dilakukan perancangan dan pembuatan simulasi dengan menggunakan simulasi LTE-Sim dan pengujian simualsi. Pada tahap ini juga dibuat program perancangan *handover* dengan model arsitektur jaringan yang dibentuk antara *eNodeB* dengan beberapa *eNodeB*.

## 4. Analisa Hasil

Setelah simulasi berjalan dengan baik maka tahap selanjutnya yaitu melakukan, analisis dari data yang telah didapat. Data akan diolah menjadi informasi yang diinginkan dan mendapat hasil yang diharapkan serta mengetahui kekurangan dari sistem yang dibangun dan factor yang mempengaruhi agar dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

## 5. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil analisis yang ada serta memberi saran bagi yang berminat untuk melanjutkan judul dari tugas akhir ini selanjutnya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk lebih mempermudah dalam menyusun tugas akhir ini dan memperjelas isi dari bab yang ada pada laporan ini, maka dibuatlah sistematika penulisan penulisan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penjabaran secara sistematis topik yang diambil. Terdiri dari latar belakang permasalahan, tujuan dan manfaat penelitian, serta penjabaran rumusan dan Batasan masalah yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi kerangka teori dan kerangka berfikir. Di bab ini dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan yang diambil dari beberapa literature sebagai dasar acuan dalam melakukan penelitian.

### **BAB III METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan secara bertahap dan terperinci tentang langkah-langkah (metodologi) yang digunakan untuk menganalisa penerapan penjadwalan *downlink* pada jaringan LTE menggunakan algoritma *log rule* berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Metodologi ini berfungsi untuk mencapai tujuan penulisan.

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA**

Bab ini menjelaskan hasil data dari pengujian yang telah dilakukan dan analisis terhadap hasil perancangan yang telah di buat.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan apa yang diperoleh pada bab 4 dari hasil penrapan bab 3 mengenai metodologi oleh penulis serta merupakan jawaban dari tujuan yang ingin dicapai pada bab I (pendahuluan), kemudian didapat saran guna dapat dikembangkan kembali selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q. Liu and C. W. Chen, “Smart Downlink Scheduling for Multimedia Streaming over LTE Networks with Hard Hand-Off,” 2015.
- [2] Uke Kurniawan Usman, Galuh Prihatmoko, Denny Kusuma Hendraningrat dan Sigit Dedi Purwanto, “Fundamental Teknologi Seluler LTE: Buku Teks. Penerbit Rekayasa Sains,” , 2012.
- [3] S. A. Karimah, M. Abdurohman, and G. B. Satrya, “Analisis perbandingan algoritma penjadwalan pf dan mlwdf pada kasus multicell jaringan long term evolution,” hal, 1–6, 2013.
- [4] R. Stefano and M. Abdurohman, “Analisis Perbandingan Kinerja Algoritma Penjadwalan EXP / PF , PF dan FLS Kasus Single Cell pada jaringan LTE,” vol. 1, no. 1, hal, 614–626, 2014.
- [5] U. K. Usman, G. Prihatmoko, D. K. Hendraningrat, S. D. Purwanto, “Fundamental Teknologi Seluler LTE,” Rekayasa Sains. Januari, 2012.
- [6] S. Ariyanti, “Studi Perencanaan Jaringan Long Term Evolution Area Jabodetabek Studi Kasus PT . Telkomsel Study of Long Term Evolution Network Planning in Jabodetabek , Case Study of PT . Telkomsel,” 2014.
- [7] S. Ahmadi, “An Overview of 3GPP Long-Term Evolution,” hal. 2009–2010, 2010.
- [8] A. Gudipati, D. Perry, L. E. Li, S. Katti, and B. Labs, “SoftRAN : Software Defined Radio Access Network.”
- [9] P. Gupta, A. Vishwanath, S. Kalyanaraman, and Y. H. Lin, “Unlocking Wireless Performance with Co-operation in Co-located Base Station Pools,”

2010.

- [10] Setyawan, A. B, “ Analisa Performasi Algoritma Penjadwalan : Log Rule dan Exponential Rule pada Jaringan LTE,”, 2012.
- [11] Yanto. “Analisis QoS (*Quality of Service*) pada Jaringan Internet (Studi Kasus)”, Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas tanjungpura. Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia
- [12] G. Piro et al., “Simulating LTE Cellular Systems : an Open Source Framework,” no. c, hal. 1–16, 2010.