

## SIMULASI DAN ANALISIS ALGORITMA PENJADWALAN MSIR PADA KELAS LAYANAN QoS WIMAX IEEE 802.16

Aulia Afifhuda<sup>1</sup>, Basuki Rahmat<sup>2</sup>, Iman Hedi Santoso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

WiMAX merupakan suatu sistem akses jamak berbasis microwave dan mendukung interoperabilitas antar pengguna. Secara umum jaringan WiMAX terdiri dari Subscriber Station (SS), Base Station (BS), dan Network Management System (NMS). WiMAX memerlukan sebuah penjadwalan paket dengan menggunakan algoritma yang mampu mendukung QoS untuk berbagai kelas layanan. IEEE 802.16 tidak memberikan standar mengenai penggunaan algoritma penjadwalan pada WiMAX. Dengan adanya sejumlah permintaan akses resource dari user maka dibutuhkan scheduling WiMAX dengan menggunakan algoritma yang bisa memberikan fairness bagi user. Pada Tugas Akhir ini disimulasikan algoritma penjadwalan mSIR (maximum Signal to Interference Ratio) yang diterapkan dalam jaringan WiMAX. Simulasi ini dijalankan dengan skenario yang telah dirancang yaitu penambahan jumlah SS.

Tugas Akhir ini bertujuan untuk memberikan masukan dalam perencanaan jaringan WiMAX pada pemilihan algoritma penjadwalan. Cara yang digunakan adalah dengan mensimulasikan algoritma penjadwalan mSIR pada scheduling WiMAX. Kelas QoS yang dianalisis pada Tugas Akhir ini adalah UGS, rtPS dan BE. Parameter yang diukur adalah throughput, packet loss, delay rata-rata, jitter, dan fairness untuk melihat bagaimana performansi penjadwalan WiMAX menggunakan algoritma tersebut. Perancangan simulasi jaringan WiMAX dalam Tugas Akhir ini menggunakan Network Simulator 2 (NS2).

Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa throughput pada kelas layanan UGS dan rtPS mengalami peningkatan ketika jumlah SS ditambah. Nilai throughput terbesar untuk kelas layanan UGS adalah 1107.84 kbps dan rtPS adalah 2377.68 kbps dengan kondisi jumlah SS total yaitu 25. Sedangkan nilai throughput terbesar untuk BE adalah 2654.96 kbps dengan kondisi jumlah SS total yaitu 10. Nilai delay rata-rata pada kelas layanan UGS, rtPS, dan BE ketika jumlah SS bertambah akan mengalami peningkatan. Nilai delay rata-rata terbesar pada kelas layanan UGS adalah 69.7028 ms, rtPS adalah 67.6726 ms, dan BE adalah 65.6649 ms. Nilai packet loss pada kelas layanan UGS, rtPS, dan BE ketika jumlah SS bertambah akan mengalami peningkatan. Nilai packet loss terbesar pada kelas layanan UGS adalah 1.26907 %, rtPS adalah 1.92707 %, dan BE adalah 5.74304 % dengan kondisi jumlah SS total yaitu 25. Nilai jitter pada kelas layanan UGS terbesar adalah 12.2768 ms dan rtPS adalah 5.6168 ms. Nilai fairness rata-rata untuk algoritma penjadwalan mSIR adalah 0.8176.

Kata Kunci : uplink scheduling WiMAX, algoritma penjadwalan mSIR, QoS

Telkom  
University

### Abstract

WiMAX is a multiple access system based on microwaves and supports interoperability among users. WiMAX architecture consists of Base Station (BS), Subscriber Station (SS), and Network Management System (NMS). At WiMAX is needed a packet scheduling with use algorithm that can support QoS for different classes of service. IEEE 802.16 doesn't give a fix standard for scheduling algorithm choosing in WiMAX. Scheduling algorithm that provide fairness for users is needed for WiMAX, because the resource access is request from users. This final project simulated about mSIR scheduling algorithm on WiMAX network. This simulation is worked based on increasing the number of SS scenario.

This final project aims to provide input in the planning of WiMAX network, especially for selection of appropriate algorithm. The way to reach that aims by simulate mSIR scheduling algorithm on WiMAX. QoS classes are analyzed in this final project are UGS, rtPS, and BE. Performance parameters that measured are throughput, average delay, packet loss, jitter, and fairness to see how the performance of WiMAX scheduling using mSIR algorithm. In the design of WiMAX network simulation using Network Simulator 2 (NS2).

The simulation results show the throughput for UGS and rtPS service classes will increase if the number of SS was added. Maximum throughput value for UGS is 1107.84 kbps and rtPS is 2377.68 kbps with the number of SS total is 25. While the maximum throughput value for BE is 2654.96 kbps with the total number of SS is 10. Value of average delay and packet loss on the UGS, rtPS, and BE service class will increase when the number of SS was added. Maximum average delay value for UGS is 69.7028 ms, rtPS is 67.6726 ms, and BE is 65.6649. Maximum packet loss value for UGS is 1.26907 %, rtPS is 1.92707 %, and BE is 5.74304 % with the number of SS total is 25. Maximum jitter value for UGS is 12.2768 ms and rtPS is 5.6168 ms. Fairness index for mSIR scheduling algorithm is 0.8176.

Keywords : WiMAX uplink scheduling, mSIR scheduling algorithm, QoS

---

number of SS total is 25. Maximum jitter value for UGS is 12.2768 ms and rtPS is 5.6168 ms. Fairness index for mSIR scheduling algorithm is 0.8176.

Keyword: WiMAX uplink scheduling, mSIR scheduling algorithm, QoS

## I. PENDAHULUAN

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) merupakan suatu sistem teknologi akses jamak berbasis *microwave* dan mendukung *interoperabilitas* antar pengguna. *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) mengkategorikan WiMAX dalam *Broadband Wireless Access* (BWA) dan berstandar IEEE 802.16 [6]. WiMAX mampu menjangkau pengguna hingga jarak 50 km dan menyediakan total laju data hingga 70 Mbps [5]. Teknologi ini juga mendukung kualitas layanan (*Quality of Service*) yang sangat diperlukan pada layanan multimedia seperti koneksi video, audio, ftp dan *http browsing*. Secara umum konfigurasi jaringan WiMAX dibagi menjadi 3 bagian yaitu *Subscriber Station*, *Base Station*, dan *Network Management System* [4].

WiMAX dirancang untuk menangani 2 lapisan pada *OSI layer* yaitu *layer PHY* dan *MAC* [4]. Lapis *MAC* IEEE 802.16 menetapkan empat tipe kelas QoS, yaitu *Unsolicited Grant Service* (UGS), *real-time Polling Service* (rtPS), *non real-time Polling Service* (nrtPS), dan *Best Effort* (BE) [4]. Dengan adanya sejumlah permintaan akses *resource* dari *user* maka dibutuhkan *scheduling* WiMAX dengan menggunakan algoritma yang bisa memberikan *fairness* bagi *user*. IEEE 802.16 tidak memberikan standar mengenai penggunaan algoritma penjadwalan pada WiMAX. Oleh karena itu dibutuhkan pemilihan algoritma yang dapat memberikan *fairness* kepada *user*. Nilai *fairness* inilah yang menunjukkan tingkat keadilan dalam alokasi *resource* yang disediakan oleh jaringan [11].

Pada Tugas Akhir ini ditunjukkan hasil simulasi algoritma penjadwalan mSIR pada *scheduling* WiMAX. Pada Tugas Akhir ini kelas layanan yang diamati adalah UGS, rtPS, dan BE. Dari hasil simulasi diamati beberapa parameter yaitu *throughput*, *delay* rata-rata, *packet loss*, *jitter*, dan *fairness* untuk melihat performansi penggunaan algoritma penjadwalan mSIR pada proses *scheduling* WiMAX.

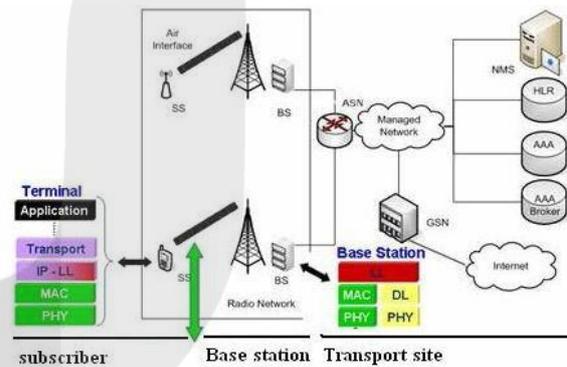
## II. DASAR TEORI

### 2.1 Teknologi WiMAX

Teknologi nirkabel yang diperkirakan banyak digunakan di masa depan adalah WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), karena WiMAX merupakan suatu sistem teknologi akses jamak yang berbasis *microwave* dan mendukung *interoperabilitas* antar pengguna. *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE) mengkategorikan WiMAX dalam *Broadband Wireless Access* (BWA) dan berstandar 802.16 [6]. Teknologi WiMAX mampu menjangkau pengguna hingga jarak 50 km dan menyediakan total laju data hingga 70 Mbps [5].

Teknologi ini juga mendukung kualitas pelayanan QoS (*Quality of Service*) yang sangat diperlukan pada layanan multimedia seperti layanan *voice*, *video conference*, ftp, dan *http browsing*.

Sistem WiMAX secara umum terdiri dari *Subscriber station* (SS), *Base Station* (BS), dan *Network Management System* (NMS) pada bagian *back end*. SS berfungsi sebagai perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk mengakses jaringan dan bersifat *fixed* dan *mobile* dalam mobilitas pelanggannya. Sedangkan BS berada dalam suatu sel atau *coverage* yang bertanggung jawab untuk menyediakan konektivitas, manajemen sumber daya radio, klasifikasi trafik, pengaturan kebijakan QoS, dan kontrol antar SS [8]. *Transport site* berfungsi melakukan manajemen jaringan WiMAX.



Gambar 2.1 Arsitektur WiMAX [6]

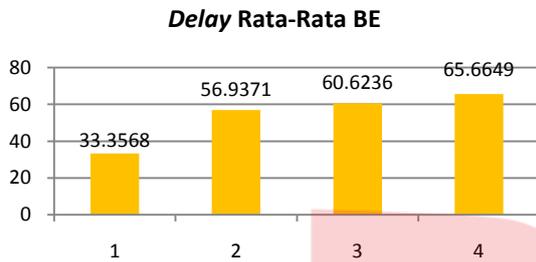
### 2.2 Struktur Layer

#### 2.2.1 PHY Layer

Pada standar WiMAX, fungsi-fungsi penting yang di atur pada PHY adalah OFDM, *Duplex Sistem*, *Adaptive Modulation*, *Variable Error Correction*, dan *Adaptive Antenna System* (AAS). Semua fungsi-fungsi ini secara bersama-sama memberikan keunggulan yang cukup berarti dibandingkan dengan BWA yang ada sebelumnya. Dengan teknologi OFDM memungkinkan komunikasi berlangsung dalam kondisi *multipath* LOS dan NLOS antara *Base Station* (BS) dan *Subscriber Station* (SS). Metode OFDM yang digunakan untuk WiMAX adalah *Fast Fourier Transfer* (FFT) 256. *Cyclic prefix* adalah pengulangan pada bagian awal *symbol* yang ditambahkan pada bagian akhir *symbol*. Dalam teknologi OFDM, *cyclic prefix* digunakan sebagai *guard interval* untuk menangani interferensi antar *symbol*. Fitur PHY untuk sistem *duplex* pada standar WiMAX bisa diterapkan pada *Frequency Division Duplexing* (FDD), *Time Division Duplexing* (TDD) atau keduanya TDD dan FDD. Fitur ini memberikan kemudahan pengaturan penggunaan spektrum frekuensi secara efisiensi. Hal

Sehingga BS akan mendahulukan kelas layanan tersebut untuk dilayani terlebih dahulu.

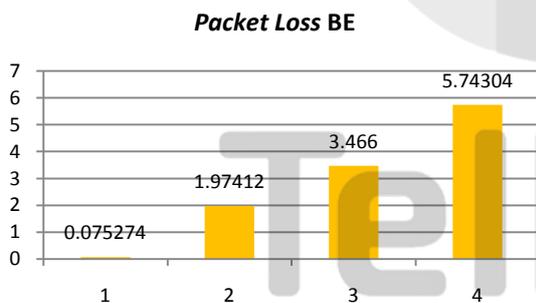
b. *Delay Rata-Rata*



Gambar 4.10 *Delay Rata-Rata BE*

Grafik pada gambar 4.10 menunjukkan pengaruh penambahan jumlah SS terhadap performansi nilai *average delay* pada kelas layanan BE. Dalam kondisi yang disimulasikan pada skenario ini menunjukkan nilai *average delay* yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah SS. Hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik dari kelas layanan BE yaitu *contention*. Dengan sifat ini memungkinkan SS dari kelas layanan BE akan melakukan pertarungan antar SS untuk mendapatkan kesempatan dilayani oleh BS. Sedangkan jumlah SS dari kelas layanan UGS dan rtPS semakin meningkat, maka kesempatan untuk melakukan *contention* semakin kecil karena BS akan mendahulukan kelas layanan UGS dan rtPS terlebih dahulu disbanding BE. Akan tetapi nilai *average delay* ini masih bisa ditoleransi jika dibandingkan dengan standar yang digunakan yaitu sebesar 150 ms.

c. *Packet Loss*



Gambar 4.11 *Packet Loss BE*

Grafik pada gambar 4.11 menunjukkan pengaruh penambahan jumlah SS terhadap performansi nilai *packet loss* pada kelas layanan BE. Dalam kondisi yang disimulasikan pada skenario ini menunjukkan nilai *packet loss* terus meningkat ketika jumlah SS terus bertambah. Hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik sistem *scheduling* WiMAX bahwa BS akan mendahulukan kelas layanan UGS dan rtPS dibanding BE. Sehingga paket-paket yang dikirim oleh SS yang berkelas layanan BE akan banyak tidak terlayani dibanding kelas layanan UGS dan rtPS.

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1 Kesimpulan**

Dari hasil simulasi dan analisis hasil simulasi maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Nilai *throughput* pada kelas layanan UGS dan rtPS ketika jumlah SS bertambah akan mengalami peningkatan. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik dari kelas layanan tersebut bahwa BS akan memprioritaskan kelas layanan yang bersifat *real time* untuk dilayani. Sedangkan kelas layanan BE ketika jumlah SS bertambah maka nilai *throughput* mengalami penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik dari kelas layanan BE yaitu BS akan memprioritaskan kelas layanan BE pada urutan terakhir.
2. Nilai *average delay* pada kelas layanan UGS, rtPS, dan BE ketika jumlah SS bertambah akan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan paket yang dikirim oleh SS akan bertambah dan BS membutuhkan waktu lebih lama untuk menangani paket-paket yang dikirim.
3. Nilai *packet loss* pada kelas layanan UGS, rtPS, dan BE ketika jumlah SS bertambah akan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan paket yang dikirim oleh SS akan bertambah, sedangkan *bandwidth* yang disediakan tetap.
4. Algoritma mSIR mampu menghasilkan nilai *throughput* yang terus membesar seiring dengan jumlah SS yang bertambah untuk kelas layanan yang bersifat *real time*. Akan tetapi dalam hal nilai *average delay* dan *packet loss*, algoritma penjadwalan mSIR kurang bisa menanganinya ketika jumlah SS terus bertambah.

**5.2 Saran**

Beberapa saran yang diberikan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Perlu dilakukan perhitungan nilai *fairness* untuk masing-masing kelas layanan QoS pada jaringan WiMAX.
2. Dalam simulasi perlu dilakukan perbandingan dengan algoritma penjadwalan yang lain.
3. Dalam simulasi digunakan sistem *smart antenna* seperti MIMO.
4. Perlu dilakukan penelitian dengan SS yang mampu *mobile* untuk WiMAX standar 802.16e.

**DAFTAR PUSTAKA**

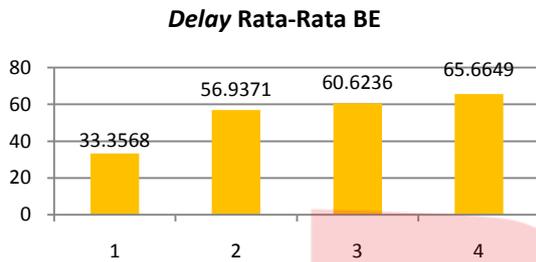
[1] IEEE 802.16-2004. *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network, Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access System*. Amerika Serikat. 2004

[2] Andrews, Jeffrey G, Arunabha Ghosh, dan Rias Muhamed. *Fundamental of WiMAX Understanding Broadband Wireless Networking*. Prentice Hall. Amerika Serikat. 2007

[3] Belghith, Aymen dan Loutfi Nuaymi. *Design and Implementation of a Qos-Include WiMax Module for NS-2 Simulator*. France. 2008

Sehingga BS akan mendahulukan kelas layanan tersebut untuk dilayani terlebih dahulu.

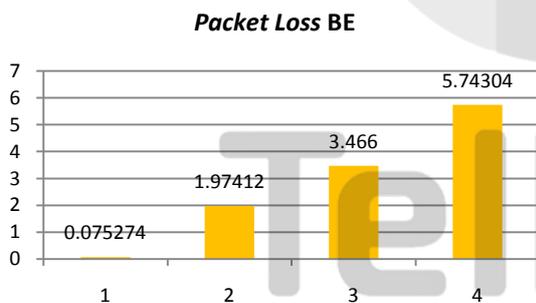
b. Delay Rata-Rata



Gambar 4.10 Delay Rata-Rata BE

Grafik pada gambar 4.10 menunjukkan pengaruh penambahan jumlah SS terhadap performansi nilai *average delay* pada kelas layanan BE. Dalam kondisi yang disimulasikan pada skenario ini menunjukkan nilai *average delay* yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah SS. Hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik dari kelas layanan BE yaitu *contention*. Dengan sifat ini memungkinkan SS dari kelas layanan BE akan melakukan pertarungan antar SS untuk mendapatkan kesempatan dilayani oleh BS. Sedangkan jumlah SS dari kelas layanan UGS dan rtPS semakin meningkat, maka kesempatan untuk melakukan *contention* semakin kecil karena BS akan mendahulukan kelas layanan UGS dan rtPS terlebih dahulu dibanding BE. Akan tetapi nilai *average delay* ini masih bisa ditoleransi jika dibandingkan dengan standar yang digunakan yaitu sebesar 150 ms.

c. Packet Loss



Gambar 4.11 Packet Loss BE

Grafik pada gambar 4.11 menunjukkan pengaruh penambahan jumlah SS terhadap performansi nilai *packet loss* pada kelas layanan BE. Dalam kondisi yang disimulasikan pada skenario ini menunjukkan nilai *packet loss* terus meningkat ketika jumlah SS terus bertambah. Hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik sistem *scheduling* WiMAX bahwa BS akan mendahulukan kelas layanan UGS dan rtPS dibanding BE. Sehingga paket-paket yang dikirim oleh SS yang berkelas layanan BE akan banyak tidak terlayani dibanding kelas layanan UGS dan rtPS.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan analisis hasil simulasi maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Nilai *throughput* pada kelas layanan UGS dan rtPS ketika jumlah SS bertambah akan mengalami peningkatan. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik dari kelas layanan tersebut bahwa BS akan memprioritaskan kelas layanan yang bersifat *real time* untuk dilayani. Sedangkan kelas layanan BE ketika jumlah SS bertambah maka nilai *throughput* mengalami penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik dari kelas layanan BE yaitu BS akan memprioritaskan kelas layanan BE pada urutan terakhir.
2. Nilai *average delay* pada kelas layanan UGS, rtPS, dan BE ketika jumlah SS bertambah akan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan paket yang dikirim oleh SS akan bertambah dan BS membutuhkan waktu lebih lama untuk menangani paket-paket yang dikirim.
3. Nilai *packet loss* pada kelas layanan UGS, rtPS, dan BE ketika jumlah SS bertambah akan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan paket yang dikirim oleh SS akan bertambah, sedangkan *bandwidth* yang disediakan tetap.
4. Algoritma mSIR mampu menghasilkan nilai *throughput* yang terus membesar seiring dengan jumlah SS yang bertambah untuk kelas layanan yang bersifat *real time*. Akan tetapi dalam hal nilai *average delay* dan *packet loss*, algoritma penjadwalan mSIR kurang bisa menanganinya ketika jumlah SS terus bertambah.

5.2 Saran

Beberapa saran yang diberikan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Perlu dilakukan perhitungan nilai *fairness* untuk masing-masing kelas layanan QoS pada jaringan WiMAX.
2. Dalam simulasi perlu dilakukan perbandingan dengan algoritma penjadwalan yang lain.
3. Dalam simulasi digunakan sistem *smart antenna* seperti MIMO.
4. Perlu dilakukan penelitian dengan SS yang mampu *mobile* untuk WiMAX standar 802.16e.

DAFTAR PUSTAKA

[1] IEEE 802.16-2004. *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network, Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access System*. Amerika Serikat. 2004

[2] Andrews, Jeffrey G, Arunabha Ghosh, dan Rias Muhamed. *Fundamental of WiMAX Understanding Broadband Wireless Networking*. Prentice Hall. Amerika Serikat. 2007

[3] Belghith, Aymen dan Loutfi Nuaymi. *Design and Implementation of a Qos-Include WiMax Module for NS-2 Simulator*. France. 2008

- [4] Ma, Dr. Maode. *Current Technology Developments of WiMax Systems*. Springer. Singapura. 2009
- [5] Nuaymi, Loutfi. *WiMAX Technology for Broadband Wireless Access*. John Wiley & Sons Ltd. Inggris. 2007
- [6] Sukiswo. *Evaluasi Kinerja Algoritma Penjadwalan Weighted Round Robin Pada WiMAX*. Semarang. 2008
- [7] WiMAX. <http://id.wikipedia.org/wiki/WiMAX>, diakses 21 Januari 2011
- [8] WiMAX Reference Network Model. [http://www.tutorialspoint.com/wimax/wimax\\_network\\_model.htm](http://www.tutorialspoint.com/wimax/wimax_network_model.htm), diakses 21 Januari 2011
- [9] Fatahillah DW. Tugas Akhir Analisis dan Simulasi Perbandingan Uplink Scheduling Algorithm Modified Deficit Round Robin (MDRR), Weighted Round Robin (WRR), Weighted Fair Queuing (WFQ), dan FIFO terhadap Performansi Jaringan WiMAX IEEE 802.16e. IT Telkom. 2009
- [10] WiMAX Broadband Wireless Access. <http://ittelkom.ac.id/library>
- [11] Santoso, Iman Hedi. Tesis Algoritma Scheduling Weighted Round Robin dan Deficit Round Robin pada Jaringan WiMAX. ITB. 2007
- [12] Khalil, Ayman dan Adlen Ksentini. Classification of the Uplink Scheduling Algorithms in IEEE 802.16. Universite de Rennes 1. France. 2007
- [13] Quality of Service. [http://en.wikipedia.org/wiki/Quality\\_of\\_service](http://en.wikipedia.org/wiki/Quality_of_service), diakses 21 Januari 2011
- [14] Ahson, Syed and Mohammad Ilyas. *WiMAX Standard and Security*. CRC Press. Amerika Serikat. 2008
- [15] Belghith, Aymen dan Loutfi Nuaymi. *Comparison of WiMax Scheduling Algorithms and Proposals for the rtPS QoS Class*. France. 2008
- [16] Dhalman, Erik, dkk. *HSPA and LTE for Mobile Broadband*. Academic Press. London. 2008

Telkom  
University