

ANALISIS PERFORMANSI TRAFFIC OFFLOAD DATA ANTARA 3G DAN WIFI

“PERFORMANCE ANALYSIS OF DATA TRAFFIC OFFLOAD BETWEEN 3G AND WiFi”

Fazliadi Rahmatillah¹, Ir. Uke Kurniawan Usman, MT.², Tengku Ahmad Riza, ST., MT.³

¹Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹fazliadi.rahmatillah@gmail.com, ²ukeusman@telkomuniversisty.ac.id, ³tengkuriza@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Terjadinya peningkatan dan pertumbuhan layanan data secara global seiring peningkatan penggunaan *Smartphone* (*iPhone, BlackBerry phones and Android phones*) dan perangkat pintar lainnya (*PDA, Tablet PC, Notebook*) mengakibatkan *trend* akses layanan informasi dan data di Indonesia ikut meningkat terutama akses data di jaringan 3G *Mobile Broadband*. Keterbatasan infrastruktur jaringan 3G di Indonesia seperti *BTS (Base Transceiver Station) Mini, Femtocell, Picocell* mengakibatkan akses data oleh *user* yang berada di suatu gedung dan di tempat umum pada jam sibuk menjadi terhambat dikarenakan adanya kepadatan trafik data. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan *Traffic Offload / Mobile Data Offload (Seamless Connectivity)* yaitu trafik data di jaringan 3G dialihkan melewati jaringan WiFi (*Wireless fidelity*) karena WiFi mampu memberikan akses data dengan kecepatan yang lebih tinggi, menambah kapasitas jaringan dan infrastruktur WiFi yang dapat dipergunakan secara bersama.

Pada penelitian ini dilakukan analisis dan simulasi *Traffic Offload Data* antara 3G dan WiFi dengan menggunakan *Software MATLAB R2013b*. Analisis dilakukan dengan mengamati parameter *Received Signal Strength, handover user* dan *drop user, Handover Delay*, dan *Throughput*.

Dari hasil penelitian didapatkan *Received Signal Strength (RSS)* yang tepat untuk melakukan *Offloading* dari jaringan 3G ke jaringan WiFi yaitu pada RSS 3G sebesar -84 dBm dan RSS WiFi -69 dBm sehingga diperoleh *handover user* sebesar 260 *user* dan *drop user* 240 *user* pada kecepatan *user* 50 m/s. Dan RSS yang tepat untuk *Offloading* dari jaringan WiFi ke jaringan 3G yaitu pada RSS 3G sebesar -91 dBm dan RSS WiFi -76 dBm sehingga diperoleh *handover user* sebesar 138 *user* dan *drop user* 111 *user* dengan kecepatan *user* 50 m/s. Untuk *handover user* sebanyak 245 *user* diperoleh *handover delay* 40,05 *milisecod* dan *throughput* yang diperoleh *user* di jaringan 3G 2 Mbps pada jarak 0,1 km dari *Node B* dan *throughput* di jaringan WiFi 2,9 Mbps pada jarak 50 meter dari *Access point* WiFi (1,5 km dari *Node B* 3G).

Kata kunci : 3G, WiFi, *Traffic Offload, Seamless Connectivity, Mobile Data Offload*.

Abstract

The explosive growth of data services globally resulted in a trend of information services and data has occurred also in Indonesia as the increased use of smartphones (*iPhone, BlackBerry phones and Android phones*) and other smart devices (*PDA, Tablet PC, Notebook*) which uses access Data on 3G *Mobile Broadband* network. 3G (third-generation technology) *Mobile Broadband* is high-speed Internet access that is provided by the service provider. In addition, the 3G network infrastructure such as *BTS (Base Transceiver Station) Mini, femtocell, picocell* is still limited and consequently still in the process of making data access by users who are in the building and in public places during rush hour traffic to be blocked due to density data. Then *Traffic Offload / Mobile Data Offload (Seamless Connectivity)* could be one solution for addressing the explosion in data traffic, data traffic on the 3G network transferred over the network WiFi or *Wireless Fidelity* with the *Traffic Offload (3G-WiFi Offload)* because WiFi is able to provide access data at higher speeds, increasing network capacity and Infrastructure WiFi that can be used together.

In this research, analysis and simulation of Data *TrafficOffload* between 3G and WiFi network used software *MATLAB R2013b*. The analysis is done by observing the received signal strength, handover user, drop user, handover delay and throughput.

From the results of this research we have know the *Received Signal Strength (RSS)* that is appropriate to perform offloading from 3G to WiFi networks are RSS 3G = -84 dBm, RSS WiFi = -69 dBm so that we get 260 handover users and 240 dropped users on user vellocity = 50 m/s. And offloading from WiFi to 3G networks are RSS 3G = -91 dBm, RSS WiFi = -76 dBm so that we get 138 handover users and 111 dropped users on user velocity is 50 m/s. For 245 handover users we get handover delay = 40,05 *milisecod* and user throughput = 2 Mbps in 3G network at 0,1 km from 3G *Node B* and user throughput = 2,9 Mbps at 50 meter from WiFi access point (at 1,5 km from 3G *Node B*).

Keywords : 3G, WiFi, *Traffic Offload, Seamless Connectivity, Mobile Data Offload*.

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan layanan data semakin meningkat dan operator seluler dituntut untuk memberikan layanan data berkecepatan tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut operator terus mengembangkan infrastrukturnya seperti menambahkan jumlah *BTS (nodeB* untuk 3G) agar dapat memberikan *bandwidth* yang cukup bagi para pelanggannya. Namun hal ini tentu saja akan menyulitkan pihak operator dengan penambahan infrastruktur yang tidaklah mudah dan memakan biaya yang tidak sedikit, disamping itu pengembangan *WiMax, LTE, Femtocell* maupun *mini BTS* masih perlu waktu implementasi.

Maka untuk mengatasi ledakan trafik operator seluler bisa mengatasinya dengan beralih pada layanan 3G Mobile data melewati jaringan WiFi atau biasa disebut *Traffic Offload (Seamless Connectivity) / Mobile Data Offload* yang merupakan pilihan alternatif jaringan bagi pelanggan yang menggunakan Gadget (Smartphone, Tablet PC, notebook, etc.) yang mendukung fitur WiFi dengan menumpang pada WLAN Hotspot/ WiFi Access Point yang telah disediakan oleh operator di tempat-tempat umum seperti di *Café*, Kampus, Sekolah, Rumah sakit, Pusat Perbelanjaan, Restoran, Hotel, Airport, Stasiun, dan lain-lain.

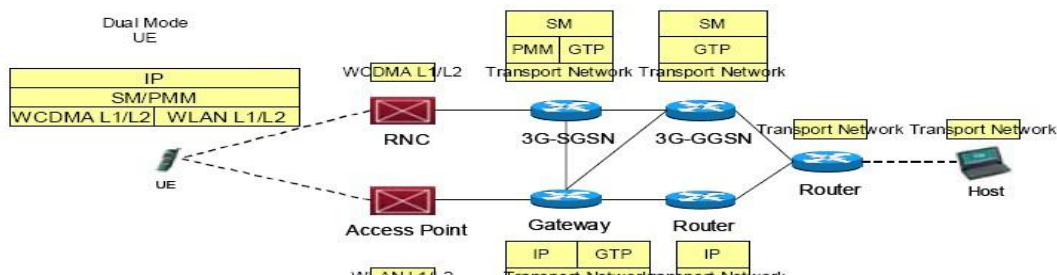
Pada penelitian ini dilakukan analisis dan simulasi *Traffic Offload Data* antara 3G dan WiFi dengan memperhatikan parameter *Received Signal Strength*, *Handover user*, *Drop user*, *Handover Delay*, dan *Throughput* pada penerapan *Traffic Offload*. Semua parameter diamati dengan melakukan dua skenario percobaan.

2. Konsep Dasar Traffic Offload

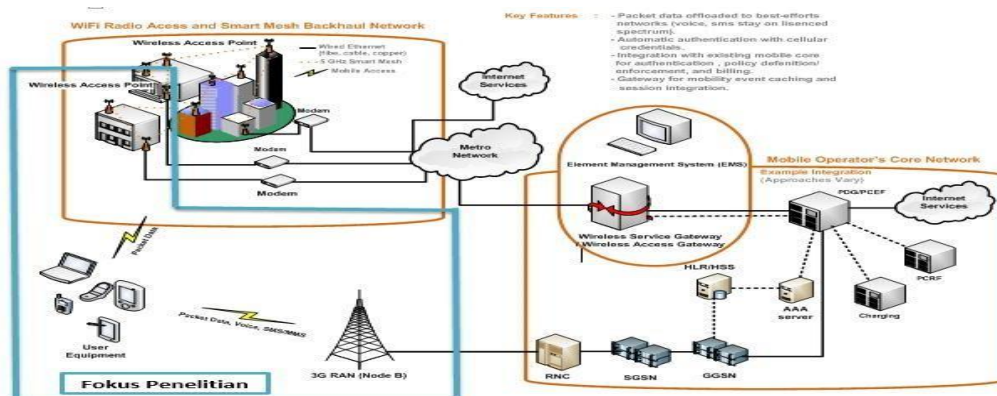
Menurut 3GPP Release 6 [1], maksud dari interworking 3G-WLAN adalah untuk memperluas layanan dan fungsionalitas jaringan 3G dengan memanfaatkan lingkungan akses WLAN. Dengan demikian WLAN secara efektif menjadi pelengkap radio akses teknologi ke jaringan 3G.

Kemajuan dari *Wireless Mobile Communication Systems* seperti *3rd Generation (3G)* yang menyediakan layanan dengan mobilitas tinggi bagi pengguna akan tetapi kecepatan data yang relatif masih rendah. Di sisi lain, WLAN systems menawarkan kecepatan data yang tinggi dengan mobilitas yang rendah. Untuk memenuhi pertumbuhan permintaan data yang tinggi dengan aplikasi yang baik dan kebutuhan akan akses layanan data yang lancar di tempat-tempat umum dengan kesibukan yang tinggi. Oleh karena itu, satu kemungkinan untuk memenuhi kebutuhan ini yaitu dengan kerjasama antara kedua teknologi (WiFi-3G Offload) [1].

Dalam metoda *Gateway*, ditambahkan sebuah *Logical Node* yang disebut *Gateway*, yang menghubungkan dua jaringan nirkabel. Pertukaran informasi antar dua jaringan selalu melalui *Gateway*. *Gateway* bertanggungjawab untuk *Inter-conversion of signalling* dan membantu meneruskan paket data saat handover antar kedua sistem 3G-WLAN ataupun sebaliknya. Metode ini memungkinkan operasi secara independen dan *Seamless*.



Gambar 1. Metode Arsitektur Gateway [1]



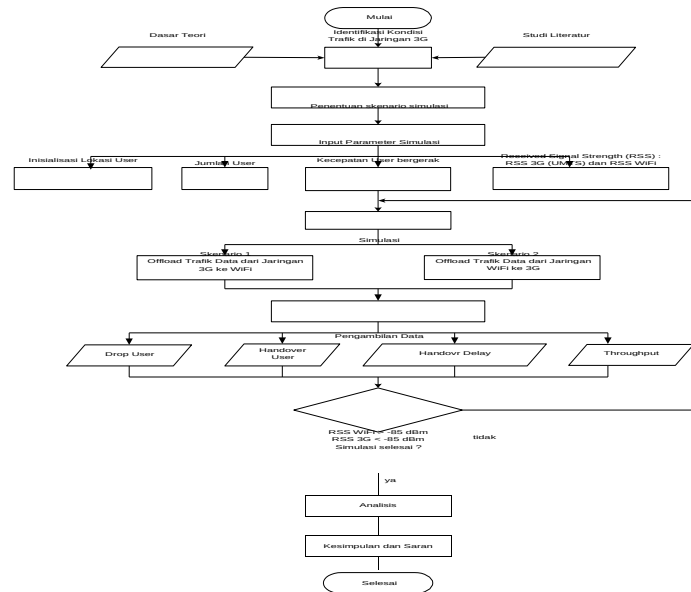
Gambar 2. WiFi / 3G Cellular Integration Model [15]

3. Perangkat Simulasi

Spesifikasi perangkat untuk simulasi *Traffic Offload Data* antara 3G dan WiFi pada penelitian ini menggunakan :

1. Processor AMD E2-2000 APU with Radeon(tm) HD Graphics 1,75 GHz
2. RAM 2 Gb
3. Software simulasi MATLAB R2013b

Diagram alir analisis performansi *Traffic Offload Data* antara 3G dan WiFi, adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir

3.a Perhitungan Link Budget 3G [13]

Dari perhitungan diperoleh :

Perhitungan EIRP

$$\text{EIRP} = \text{Tx Power 3G} + \text{Node B Ant. Gain} - \text{Node B cable loss} \\ = 37.78 + 18 - 2 = 53.78 \text{ dBm}$$

Perhitungan Receiver Sensitivity

$$\text{Rec. Sensitivity} = \text{Req. SINR} - \text{Processing gain} + \text{Total eff. Noise} \\ = 2.83 - 12 + (-97.52) \\ = -105.13 \text{ dBm}$$

Dari parameter dan hasil perhitungan diatas, maka MAPL pada downlink 3G

$$\text{MAPL DL} = \text{EIRP} - \text{Rec. sensitivity} + \text{ant. Gain Rx} - \text{cable loss} - \text{penetration loss} - \text{fading margin} \\ = 53.78 - (-105.13) + 2 - 0 - 4 - 8 \\ = 148.01 \text{ dB}$$

Keterangan :

Frekuensi = 2130 – 2135 Mhz (Down Link)

Tinggi efektif antenna Node B (Ht) = 30 m

Tinggi antenna UE (Hr) = 1.5 m

Daerah Dense Urban (metropolitan)

Model Propagasi Cost 231

Menghitung Radius sel, berdasarkan MAPL arah Downlink yaitu :

$$R_{(km)} = \log^{-1} \left[\frac{46.3 - 33.9 \log f + 13.82 \log H_t + a(H_r) - 3}{44.9 - 6.55 \log(H_t)} \right]$$

Dimana a(Hr) adalah factor koreksi tinggi antenna MS untuk daerah urban dapat dicari dengan persamaan :

$$a(H_r) = 3.2 (\log 11.75 H_r)^2 - 4.97 \text{ dB} \\ = 3.2 (\log 11.75 \times 1.5)^2 - 4.97 \text{ dB} \\ = -9.190 \times 10^{-4}$$

$$R_{(km)} = \log^{-1} \left[\frac{148.01 - 46.3 - 33.9 \log 2135 + 13.82 \log 30 - 9.190 \times 10^{-4} - 3}{44.9 - 6.55 \log(30)} \right] \\ = \log^{-1} \left[\frac{10.6463}{35.2248} \right]$$

$$= 1.5 \text{ Km}$$

3.b Perhitungan Link Budget WiFi (IEEE 802.11g) [13]

Dari Perhitungan diperoleh :

Rx Signal level = Rx Sensitivity – System Op. Margin

$$= -85 - 15 = -70 \text{ dBm}$$

EIRP = Gain antenna Tx + Tx Power – (Loss konektor + Loss Cable)

$$= 15 + 20 - (0.5 + 4.5) = 30 \text{ dBm}$$

Free space loss (fsl) = EIRP – RSL + Gain Rx – (Loss konektor + loss cable)

Tabel 1 Power Link Budget untuk 3G [13]

Parameter	Nilai
Transmitter (Node B)	
Tx Power HSDPA (dBm)	37.78
Antena Gain (dBi)	18
Cable Loss (dB)	2
EIRP (dBm)	53.78
Thermal Noise Density (dBm/Hz)	-174
UE Receiver Noise Figure (dB)	7
Receiver Noise density (dBm/Hz)	-167
Receiver Noise power (dBm)	101.16
Planned downlink load	70%
Interference margin	5.2
Receiver interference power (dBm)	-97.52
Total effective noise +interference (dBm)	-95.96
Processing Gain (dB)	12
Required SINR (dB)	2.83
Receiver sensitivity (dB)	-105.13
UE antenna Gain (dBi)	2
UE Body Loss (dB)	0
Fading margin (dB)	4
Penetration Loss (dB)	8
Max Path Loss (dB)	148.01

$$= 30 - (-70) + 20 - (0.5 + 4.5) = 115 \text{ dB}$$

Free space loss (Fsl) digunakan untuk menghitung jarak maksimal dari WiFi.

Maka perhitungan jarak maksimal pada WiFi adalah :

$$Lfs = 32.5 + 20 \log d(\text{km}) +$$

$$20 \log F(\text{Mhz})$$

$$\text{Log } d(\text{km}) = \frac{-20 \log f(\text{Mhz}) - 32.5}{20}$$

$$\text{Jarak } d(\text{km}) = 10^{-\left(\frac{-20 \log 2400 - 32.5}{20}\right)} = 10^{-0.745} = 0.172 \text{ km}$$

Tabel 2 Power Link Budget untuk WiFi [13]

Parameter	Nilai
System Operating margin (SOM)	15 dB
Rx Sensitivity	-85 dBm
Rx Signal Level	-70 dBm
Gain antenna Tx	15 dBi
Tx Power	20 dBm
Loss konektor (Lkr)	(0.3-0.5) dB
Loss Kabel (m)	4.5 dB
EIRP	30dBm
Rx Level Signal (RSL)	-70dBm
Gain Rx	20 dBi
Free space loss (fsl)	115 dB

3.c Parameter Input Simulasi

Dari perhitungan power link budget maka diperoleh parameter *input* simulasi pada tabel berikut.

Tabel 3 Input Parameter Simulasi

Parameter	3G (UMTS)	WLAN (WiFi)
	Nilai	
Radius sel (m)	1500	172
Pusat koordinat (x,y) (m)	(1500,1500)	(3086,1500)
Power of access point (dBm)	37.78	20
Gain of access point (dBi)	18	15
Gain antena UE/MS (dBi)	2	20
RSS Treshold Minimal (dBm)	-95	-100
Frekuensi (MHz)	2100	2400
Path loss exponent	3,5	3,5
Standar deviation for shadowing	6,5	6,5
Jumlah User	100 s/d 1000	50 s/d 500
Kecepatan User Bergerak (m/s)	20-1000	5 s/d 1000
Lama waktu simulasi (s)	100 s/d 1000	
Time step (s)	0.01	

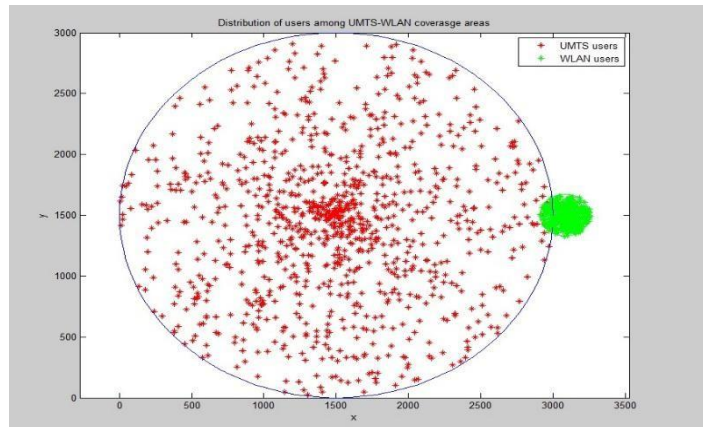
4. Analisis Hasil Simulasi

Simulasi *Traffic Offload Data* antara 3G dan WiFi dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB R2013b dan mendapatkan hasil keluaran dari parameter yang telah ditentukan untuk dianalisis. Pelaksanaan simulasi dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan parameter simulasi. Dari simulasi yang telah dilakukan, diperoleh *Received Signal Strength*, *handover user* dan *drop user*, *Handover Delay*, dan *Throughput* yang kemudian dianalisis. Skenario simulasi yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

4.a Simulasi Skenario 1 Traffic Offload dari Jaringan 3G Menuju WiFi

Skenario 1 dilakukan dengan mensimulasikan user yang handover dari jaringan 3G ke jaringan WiFi dengan mengacu pada parameter *input* simulasi yang telah dibahas di bab 3. *Node B* 3G dengan radius 1,5 Km dan *Access Point* WiFi

dengan radius 179 m. Dengan *RSS Threshold Minimum* 3G = -95 dBm dan *RSS Threshold Minimum* WiFi = -100 dBm. Sel 3G terletak pada koordinat (1500,1500) m dan sel WiFi terletak di pinggir sel 3G yaitu dengan koordinat (3086,1500)m.

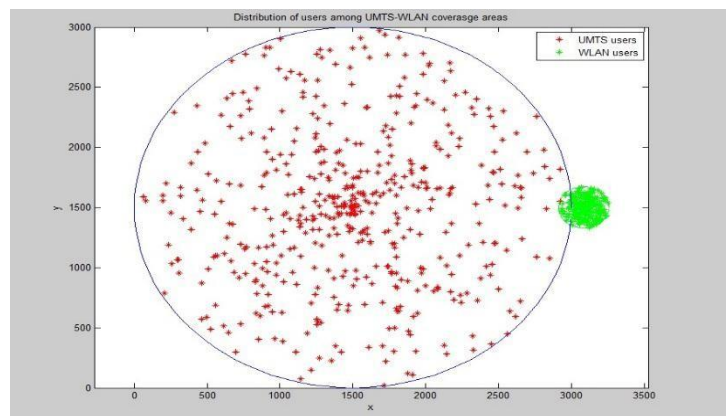


Gambar 4. Simulasi skenario 1 Traffic Offload dari jaringan 3G ke jaringan WiFi

Dari gambar 4 dapat dilihat pada skenario 1 bahwa *user* terdistribusi merata di seluruh *Coverage area* 3G, terdapat dua masukan *user* yaitu pada jaringan 3G yang akan disimulasikan yaitu 500 *user* dan 1000 *user* ditandai dengan titik-titik merah.

4.b Simulasi Skenario 2 Traffic Offload dari Jaringan WiFi Menuju 3G

Skenario 2 dilakukan dengan mensimulasikan *user* yang handover dari jaringan WiFi ke jaringan 3G dengan dengan mengacu pada parameter *input* simulasi yang telah dibahas di bab 3. *Access Point* WiFi dengan radius 179 m dan *Node B* 3G dengan radius 1,5 Km. Dengan *RSS Threshold Minimum* WiFi -100 = dBm dan *RSS Threshold Minimum* 3G = -95 dBm. Sel WiFi terletak di pinggir sel 3G yaitu dengan koordinat (3086,1500)m dan sel 3G terletak pada koordinat (1500,1500)m.

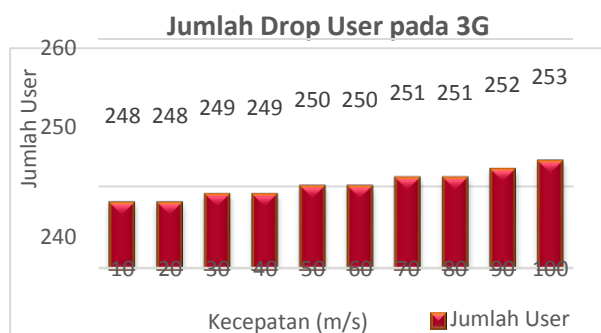


Gambar 5. Simulasi skenario 2 Traffic Offload dari jaringan WiFi ke Jaringan 3G

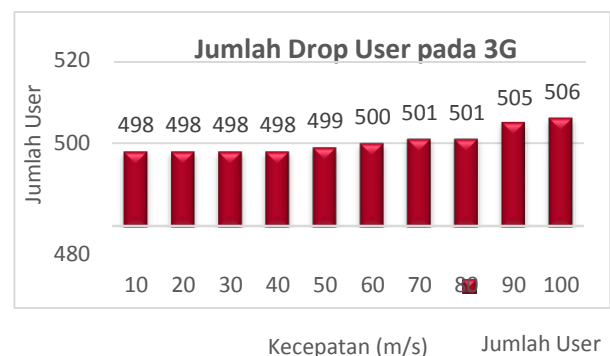
Dari gambar 5 dapat dilihat pada skenario 2 bahwa *user* terdistribusi merata di seluruh *Coverage area* WiFi, terdapat dua masukan *user* yaitu pada jaringan WiFi yang akan disimulasikan yaitu 250 *user* dan 500 *user* ditandai dengan titik-titik hijau.

4.c Analisis Hasil Simulasi Skenario 1

Dari hasil simulasi skenario 1 maka diperoleh hasil pengamatan mengenai jumlah *Drop user* dan *Handover user* saat *Vertical Handover*



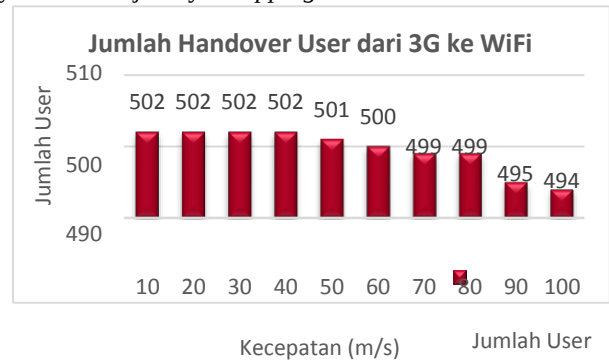
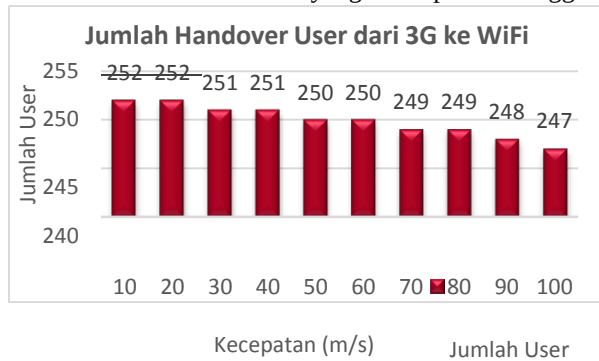
Grafik 1. Jumlah *Drop User* 3G (500 *user*)



Grafik 2. Jumlah *Drop User* 3G (1000 *user*)

Grafik 1 adalah hasil simulasi untuk jumlah *user* yang terdapat di jaringan 3G sebanyak 500 *user*, dan grafik tersebut menyajikan jumlah *drop user* saat 500 *user* di jaringan 3G melakukan *vertical handover* ke jaringan WiFi berdasarkan kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s. Grafik 2 adalah hasil simulasi untuk jumlah *user* yang terdapat di jaringan 3G sebanyak 1000 *user*, dan grafik tersebut menyajikan jumlah *drop user* saat 1000 *user* di jaringan 3G melakukan *vertical handover* ke jaringan WiFi berdasarkan kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s. Hasil simulasi pada grafik di atas adalah jumlah rata-rata untuk 10 kali pengamatan per kecepatan *user* yang dimasukkan saat proses simulasi.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan *user* maka jumlah *drop user* juga semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan pada saat kecepatan tinggi nilai RSS 3G sudah dibawah *threshold* akan tetapi RSS WiFi belum berada diatas nilai *threshold* yang di tetapkan sehingga menyebabkan terjadinya *dropping user*.



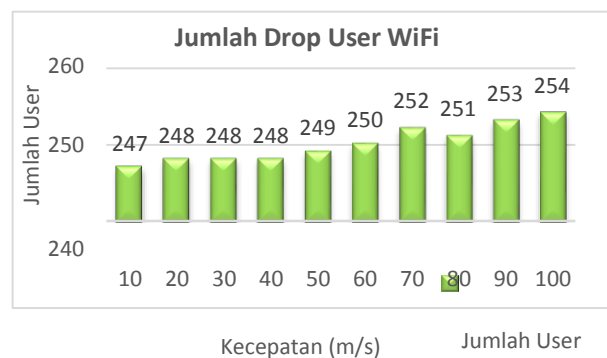
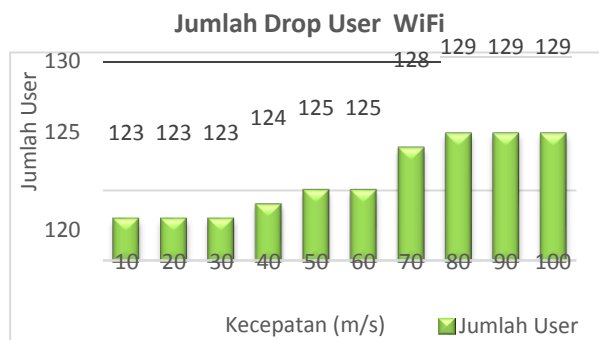
Grafik 3. Jumlah *Handover User* 3G (500 user)

Grafik 4. Jumlah *Handover User* 3G (1000 user)

Grafik 3 adalah hasil simulasi untuk jumlah *user* yang terdapat di jaringan 3G sebanyak 500 *user*. Dan grafik tersebut menyajikan jumlah *user* yang berhasil *handover* ke jaringan WiFi saat 500 *user* di jaringan 3G melakukan *vertical handover* ke jaringan WiFi berdasarkan kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s. Grafik 4 adalah hasil simulasi untuk jumlah *user* yang terdapat di jaringan 3G sebanyak 1000 *user* di jaringan 3G melakukan *vertical handover* ke jaringan WiFi berdasarkan kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s. Hasil simulasi pada grafik di atas adalah jumlah rata-rata untuk 10 kali pengamatan per kecepatan *user* yang dimasukkan saat proses simulasi. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan *user* maka jumlah *handover user* semakin kecil. Hal tersebut disebabkan pada saat kecepatan lambat nilai RSS 3G sudah dibawah *threshold* dan RSS WiFi sudah berada diatas nilai *threshold* yang di tetapkan sehingga menyebabkan *Vertical handover* dari 3G menuju WiFi.

4.d Analisis Hasil Simulasi Skenario 2

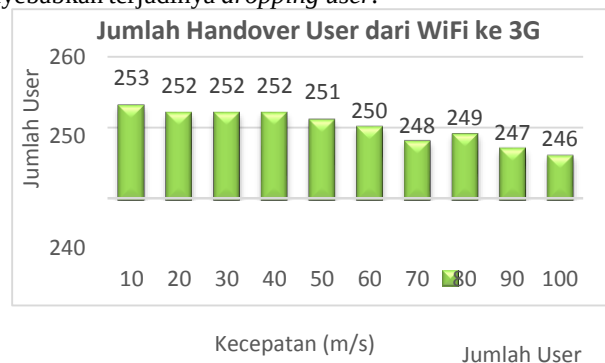
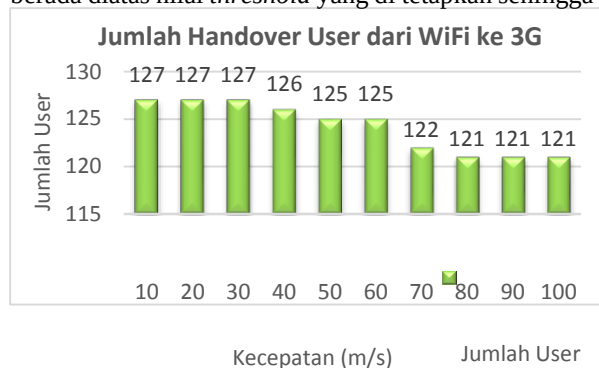
Pada bagian ini dianalisis tentang jumlah *Drop user* dan *Handover user* saat *Vertical Handover* dari jaringan WiFi menuju 3G.



Grafik 5. Jumlah *Drop User* WiFi (250 user)

Grafik 6. Jumlah *Drop User* WiFi (500 user)

Grafik 5 adalah hasil simulasi untuk jumlah *user* yang terdapat di jaringan WiFi sebanyak 250 *user*, dan grafik tersebut menyajikan jumlah *drop user* saat 250 *user* di jaringan WiFi melakukan *vertical handover* ke jaringan 3G berdasarkan kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s. Grafik 6 adalah hasil simulasi untuk jumlah *user* yang terdapat di jaringan WiFi sebanyak 500 *user*, dan grafik tersebut menyajikan jumlah *drop user* saat 500 *user* di jaringan 3G melakukan *vertical handover* ke jaringan WiFi berdasarkan kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s. Hasil simulasi pada grafik di atas adalah jumlah rata-rata untuk 10 kali pengamatan per kecepatan *user* yang dimasukkan saat proses simulasi. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan *user* maka jumlah *drop user* juga semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan pada saat kecepatan tinggi nilai RSS WiFi sudah dibawah *threshold* akan tetapi RSS 3G belum berada diatas nilai *threshold* yang di tetapkan sehingga menyebabkan terjadinya *dropping user*.



Grafik 7. Jumlah *Handover User* WiFi (250 user)

Grafik 8. Jumlah *Handover User* WiFi (500 user)

Grafik 7 adalah hasil simulasi untuk jumlah *user* yang terdapat di jaringan WiFi sebanyak 250 *user*. Dan grafik tersebut menyajikan jumlah *user* yang berhasil *handover* ke jaringan WiFi saat 250 *user* di jaringan WiFi melakukan *vertical*

handover ke jaringan 3G berdasarkan kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s. Grafik 8 adalah hasil simulasi untuk jumlah *user* yang terdapat di jaringan WiFi sebanyak 500 *user*. Dan grafik tersebut menyajikan jumlah *user* yang berhasil *handover* ke jaringan WiFi saat 500 *user* di jaringan WiFi melakukan *vertical handover* ke jaringan 3G berdasarkan kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s. Hasil simulasi pada grafik di atas adalah jumlah rata-rata untuk 10 kali pengamatan per kecepatan *user* yang dimasukkan saat proses simulasi. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan *user* maka jumlah *handover user* semakin kecil. Hal tersebut disebabkan pada saat

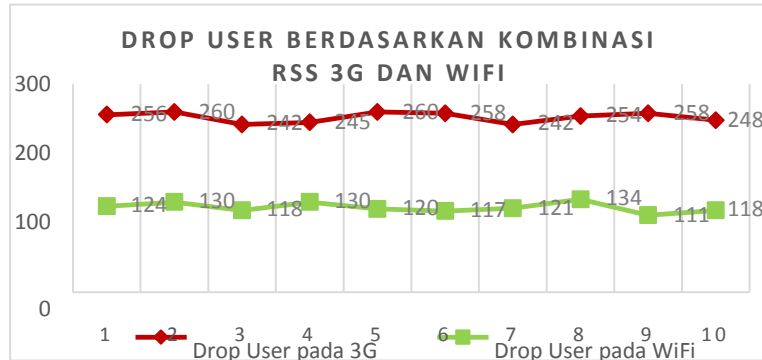
kecepatan lambat nilai RSS WiFi sudah dibawah *threshold* dan RSS 3G sudah berada diatas nilai *threshold* yang di tetapkan sehingga menyebabkan *Vertical handover* dari WiFi menuju 3G.

4.e Analisis Pengaruh RSS Threshold Pada 3G dan WiFi saat Vertical Handover

Tabel 4 Kombinasi RSS 3G dan WiFi

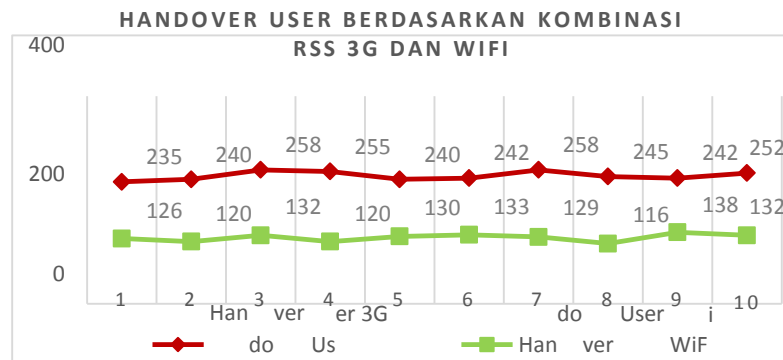
Kombinasi	RSS 3G	RSS WiFi
Kombinasi 1	-83 dBm	-68 dBm
Kombinasi 2	-84 dBm	-69 dBm
Kombinasi 3	-85 dBm	-70 dBm
Kombinasi 4	-86 dBm	-71 dBm
Kombinasi 5	-87 dBm	-72 dBm
Kombinasi 6	-88 dBm	-73 dBm
Kombinasi 7	-89 dBm	-74 dBm
Kombinasi 8	-90 dBm	-75 dBm
Kombinasi 9	-91 dBm	-76 dBm
Kombinasi 10	-92 dBm	-77 dBm

Tabel 4 adalah kombinasi nilai *Received Signal Strength (RSS)* pada 3G dan WiFi saat melakukan simulasi, dengan kecepatan *user* 50 m/s. Total kombinasi ada 10 kombinasi nilai RSS 3G dan WiFi, dengan masing-masing kombinasi RSS 3G yang semakin kecil dan RSS WiFi semakin besar.



Grafik 9. Jumlah Drop User 3G dan WiFi Pada Setiap Kombinasi Sinyal

Grafik 9 menunjukkan perbandingan nilai *RSS threshold* terhadap *drop user*. Grafik di atas menyajikan jumlah *drop user* rata-rata untuk masing-masing 10 kali simulasi. Dari grafik terlihat pada nilai RSS 3G yang diset pada -85 dBm dan -88 dBm yang memiliki nilai jumlah *user* yang *drop* paling banyak pada *user* dari 3G yang ingin berpindah ke WiFi. Dan pada saat RSS 3G diset -84 dBm, dan -87 dBm memiliki jumlah *drop user* yang paling rendah pada 3G yaitu sebanyak 260 *user*, hal ini disebabkan kecepatan *user* untuk mencapai sel WiFi dan nilai *RSS Threshold* WiFi yang tinggi juga mempengaruhi *drop user*.

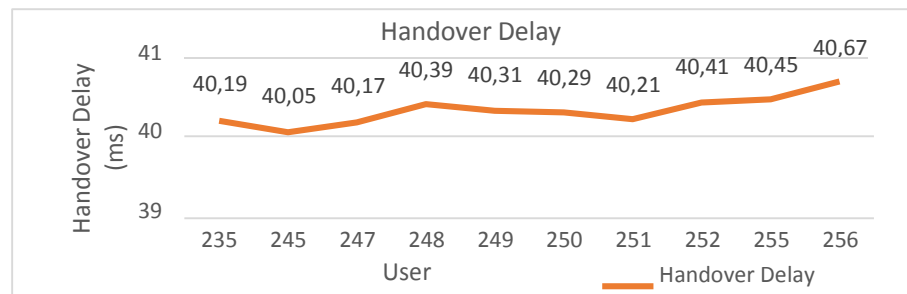


Grafik 10. Jumlah Handover User 3G dan WiFi Pada Setiap Kombinasi Sinyal

Grafik 10 menunjukkan perbandingan nilai *RSS threshold* terhadap *handover user*. Dari grafik dapat dilihat nilai *handover user* yang berbeda berdasarkan nilai RSS dan kecepatan *user* bergerak yang sedang menggunakan jaringan 3G dan WiFi. *User* 3G yang berhasil *handover* dari jaringan 3G ke jaringan WiFi disebabkan karena *RSS Threshold* WiFi lebih besar dibanding RSS 3G, Begitu juga saat *user* ingin *handover* dari jaringan WiFi menuju jaringan 3G, *RSS Threshold* WiFi yang lebih rendah dari *RSS Threshold* 3G menyebabkan jumlah *user* yang berhasil *handover* lebih banyak.

4.f Analisis Handover Delay Pada Traffic Offload 3G Data

Handover Delay adalah waktu antara inialisasi awal dan akhir dari *handover* antara Node B dan Access Point (AP) dalam satuan *milisecond* (ms). Dalam Pengertian adalah waktu yang dibutuhkan *user* (UE) untuk menunggu sampai proses *handover* selesai.



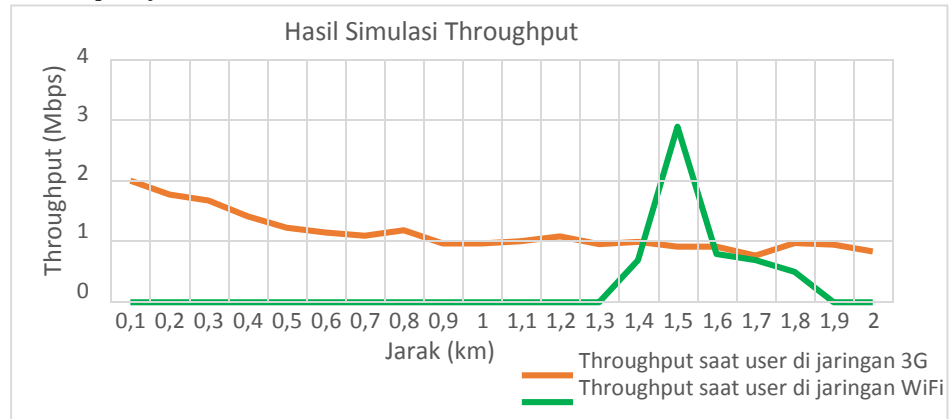
Grafik 11. Handover delay pada Traffic Offload 3G Data Melewati Jaringan WiFi (Metode Gateway)

Dari grafik 11 menyajikan nilai *handover delay* untuk *vertical handover* dari 3G menuju WiFi dan juga berlaku untuk *vertical handover* dari WiFi menuju 3G. Hasil simulasi yang dapat dilihat dari gambar tersebut merupakan hasil simulasi yang mana terdapat *user* bergerak sebanyak 500 *user* di jaringan 3G dan WiFi, dengan *RSS Threshold* 3G = -95 dBm dan *RSS Threshold* WiFi = -100 dBm, dan Kecepatan *user* dari 10 sampai dengan 100 m/s. Pada grafik

handover delay terbesar adalah 40,67 ms yaitu saat *user* berjumlah 256, dan *handover delay* terendah adalah 40,05 ms yaitu pada saat *user* berjumlah 245. Grafik tersebut menyajikan nilai rata-rata *handover delay* di setiap kecepatan *user* dari 10 m/s hingga 100 m/s.

4.g Analisis *Troughput User* di Jaringan 3G dan WiFi

Pada simulasi ini diamati *throughput user* pada jaringan 3G (UMTS) dan setelah berhasil *handover* ke jaringan WiFi menggunakan *Shanon Capacity Formula* [15].



Grafik 12. Perubahan *Troughput user* dari pusat sel 3G dan WiFi

Dari grafik 12 dapat dilihat bahwa saat *user* bergerak dari jaringan 3G menuju WiFi, *throughput* yang didapatkan oleh *user* dari jaringan 3G semakin kecil yaitu 0,9 Mbps pada jarak 1,45 km dari *Node B* dan terjadi *vertical handover* dari jaringan 3G menuju WiFi, kemudian *throughput* yang didapatkan *user* setelah *handover* ke jaringan WiFi naik mencapai 2,9 Mbps pada jarak 50 meter dari *Access point* WiFi. Hal ini disebabkan karena *Signal Interference to Noise Ratio* (SINR) yang diterima *user* semakin kecil dari *Node B* 3G dan mendapatkan SINR lebih besar dari *Access Point* WiFi.

5. Kesimpulan

Analisis dan simulasi *Traffic Offload* 3G Data melewati jaringan WiFi sudah berhasil dilakukan, sehingga dapat disimpulkan bahwa :

1. *Received Signal Strength* untuk *Traffic Offload* 3G Data melewati jaringan WiFi adalah sebagai berikut.

Pada skenario 1 *Traffic offload* dari jaringan 3G ke jaringan WiFi dengan *Received Signal Strength* (RSS) yang tepat untuk melakukan *offloading* dari jaringan 3G ke jaringan WiFi adalah hasil simulasi kombinasi ke-1 dengan RSS 3G = -83 dBm dan RSS WiFi = -68 dBm diperoleh *handover user* terbesar yaitu 256 *user* 3G yang berhasil *handover* ke jaringan WiFi dan jumlah *drop user* terkecil yaitu 244 *user* dengan kecepatan *user* 10 m/s.

Pada skenario 2 *Traffic Offload* dari jaringan WiFi ke jaringan 3G dengan *Received Signal Strength* (RSS) yang tepat untuk melakukan *offloading* dari jaringan WiFi ke jaringan 3G adalah hasil simulasi kombinasi ke-3 dengan RSS 3G = -85 dBm dan RSS WiFi = -70 dBm diperoleh *handover user* terbesar yaitu 128 *user* WiFi yang berhasil *handover* ke jaringan 3G dan jumlah *drop user* terkecil yaitu 122 *user* dengan kecepatan *user* 30 m/s.

2. *Handover delay* terkecil adalah 40,05 *milisecond* yaitu pada saat *user vertical handover* sebanyak 245 *user*.

3. Nilai *throughput* maksimal yang diperoleh *user* di jaringan 3G adalah 2 Mbps dengan jarak 0,1 km dari *Node B* dan *user vertical handover* ke jaringan WiFi pada jarak 1,45 km dari *Node B* 3G dan kemudian *throughput* maksimal yang diperoleh *user* dari jaringan WiFi adalah 2,9 Mbps pada jarak 50 meter dari *Access point* WiFi (1,5 km dari *Node B* 3G).

Daftar Pustaka

- [1] Abualreesh Mohammad, 2008, WLAN-3G Interworking for future high data rate networks, Department of Electrical and Communications Engineering, Helsinki University Of Technology
- [2] Architecture for Mobile Data Offload over Wi-Fi Access Networks, Cisco White Paper, 2012 Cisco and/or its affiliates, All rights reserved. This document is Cisco Public Information.
- [3] Budi, Agus Setiawan. *Analisis Perencanaan jaringan heterogen 3G(UMTS/HSDPA) dan WLAN 802.11n outdoor standar 3GPP UMA/GAN dikota Bandung*. Tugas Akhir Fakultas Elektro Dan Komunikasi. Universitas Telkom. 2014
- [4] Cisco visual networking index: Global mobile data traffic forecast update, 2009-2014, February 2010. http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html.
- [5] Danu Technologies Ireland LTD, 2010, MOBILE DATA TRAFFIC & WIFI OFFLOADING, Ireland
- [6] Gunawan Wibisono, Gunadi Dwi Hartono, Uke Kurniawan Usman : Konsep Teknologi seluler. Penerbit Informatika. Bandung. 2008
- [7] Gunawan Wibisono & Gunadi Dwi Hartono, Mobile Broadband : Tren Teknologi Wireless Saat Ini dan Masa Datang. INFORMATIKA. Bandung. 2008
- [8] Kyunghan Lee, Injong Rhee Joohyun Lee, Song Chong, and Yung Yi., 2010, Mobile Data Offloading: How Much Can WiFi Deliver?, Department of Electrical Engineering KAIST., Daejeon, Korea.
- [9] Lotti, Nicola. Dkk. *Vertical Handover between WiFi and UMTS Network: Experimental Performance Analysis*. University of Parma, Italy. 2011
- [10] Managing mobile data offloading securely over WLAN access networks with I-WLAN, 2013, White Paper GreenPacket, www.greenpacket.com

- [11] Pr. Sami TABBANE, Wireless Broadband Network Planning & Carrier WiFi and 3G Data Offload, ITU ASP COE Training on «Wireless Broadband Roadmap Development», 11 – 14 September 2012, Bangkok, Thailand
- [12] Qualcomm Incorporated. *3G/ Wi-Fi Seamless Offload*. 2003
- [13] Rianto P S. *Analisis Dan Simulasi Vertikal Handover Jaringan HSDPA ke WiFi pada Layanan Data*. Tugas Akhir Fakultas Elektro Dan Komunikasi. Institut Teknologi Telkom. 2013
- [14] Rizky, Dani. 2012. *Perencanaan Migrasi Jaringan GSM/UMTS Menuju Jaringan Long Term Evolution (LTE) Studi Kasus Operator Telkomsel di Kota Bandung*. Tugas akhir Fakultas Teknik Elektro, Telkom University. Bandung, Jawa Barat
- [15] Ruckus Wireless. Interworking Wi-Fi and Mobile Networks, The Choice of Mobility Solutions. White Paper. Ruckus Wireless Inc. USA
- [16] Sana Sami Muhammad Tahir. *Vertical Handoff Algorithm for Heterogeneous Wireless Networks*. Computer Center and Internet, University of Mosul.
- [17] Yunita, Fitria. *Analisis dan Simulasi Mekanisme Intersystem Handover Pada Jaringan HSDPA dan WIMAX 802.16e*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Elektro dan Komunikasi. Institut Teknologi Telkom. Bandung. 2011