

PENERAPAN *BACKHAUL LINK* BERBASIS WIMAX UNTUK MENDUKUNG PENERAPAN SISTEM INFORMASI BENCANA

Prasetyono Hari Mukti¹⁾, Syaldi Kharisma Ananda²⁾, Gatot Kusrahardjo³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukolilo, Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

Telp : (031) 5947302, Fax : (031) 5931237

E-mail : prasetyono@elect-eng.its.ac.id¹⁾ syaldy@mhs.ee.its.ac.id²⁾ gatot_kus@ee.its.ac.id³⁾

Abstrak

Negara Indonesia sebagai Negara yang terletak pada irisan 3 lempengan besar dunia memiliki potensi intensitas terjadinya bencana alam yang sangat tinggi, seperti bencana alam banjir, tanah longsor, dan gempa yang bahkan kadangkala disertai oleh terjadinya gelombang tsunami. Terjadinya bencana alam ini seringkali menimbulkan korban jiwa dan kerusakan infrastruktur yang tidak sedikit, baik infrastruktur pribadi maupun infrastruktur umum. Salah satu kerusakan infrastruktur umum yang timbul ketika terjadi bencana adalah infrastruktur layanan telekomunikasi. Kerusakan infrastruktur layanan telekomunikasi ini menjadikan terputusnya saluran komunikasi baik ke dalam maupun ke luar daerah terdampak bencana. Hal ini menyebabkan sulitnya melakukan pertukaran informasi, khususnya mengenai kondisi bencana, seperti daerah terdampak bencana, jumlah korban dan distribusi bantuan. Berbagai teknologi telekomunikasi telah banyak diusulkan sebagai alternatif teknologi untuk membangun sistem layanan komunikasi darurat bencana. Dalam makalah ini diusulkan pemanfaatan teknologi WiMAX sebagai backhaul link yang diintegrasikan dengan jaringan WiFi sebagai alternatif sistem komunikasi darurat bencana. Usulan sistem komunikasi ini dapat dimanfaatkan untuk mendukung penerapan sistem informasi bencana. Hasil pengujian sistem terhadap parameter bandwidth dengan menggunakan dua skenario memberikan hasil yang tidak terlalu berbeda, yaitu 1,6Mbps dan 1,7 Mbps untuk skenario 1 dan skenario 2 secara berurutan.

Kata kunci: backhaul, bencana, wifi, wimax.

Abstract

Indonesia which lies on the intersection of three large plates has a high potential intensity to experience disaster, such as flood, land-sliding and earthquake which is often followed by tsunami. These disasters may cause many victims and infrastructure damages. One of the public infrastructure damages which are occurred during the disaster is telecommunication service infrastructure. The damage of telecommunication service infrastructure causes the difficulty of exchange the information, especially about the disaster condition, such as the damages, victims and evacuation. Many telecommunication technologies have been proposed as alternative technology to develop emergency telecommunication services. In this paper, WiMAX Technology is proposed to be used as a backhaul link which is integrated with WiFi Technology. This proposed system can be used to support the implementation of disaster information system in the frame of emergency telecommunication system. This proposed system is also examined in term of bandwidth by using two different scenarios. Measurements of these scenarios show a little different result as 1.6 Mbps and 1.7 Mbps for scenario 1 and scenario 2, respectively.

Keywords: backhaul, disaster, wifi, wimax.

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai Negara kepulauan yang sangat luas memiliki potensi intensitas bencana alam yang sangat tinggi, seperti banjir, tanah longsor, gunung berapi dan gempa yang kadangkala disertai oleh gelombang tsunami. Sebagai contoh, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Republik Indonesia mencatat tidak kurang dari 17 kejadian bencana tsunami dalam satu abad terakhir ini. Tingginya intensitas kejadian bencana alam yang dialami Indonesia ini disebabkan oleh letak wilayah Indonesia yang berada pada pertemuan 3 lempeng bumi yang sangat besar, yaitu Lempeng Indo-Australian, Eurasia dan Lempeng Pasific [1]. Selain itu, Indonesia yang terletak pada daerah *Pacific Ring of Fire* menjadikan wilayah ini dikelilingi oleh banyak gunung berapi aktif yang setiap saat dapat meletus dan menimbulkan bencana susulan. Terjadinya bencana alam ini seringkali menimbulkan korban dan kerusakan yang tidak sedikit. Kerusakan dalam hal ini dapat berupa kerusakan infrastruktur pribadi, seperti rumah, maupun infrastruktur umum, seperti jalan, jembatan maupun infrastruktur layanan telekomunikasi.

Rusaknya infrastruktur layanan telekomunikasi ini tentu akan menyebabkan putusnya sambungan komunikasi baik ke dalam (*in-going*) maupun ke luar (*out-going*) daerah terdampak bencana. Putusnya sambungan komunikasi ini menyebabkan sulitnya melakukan pertukaran informasi terutama mengenai kondisi korban dan distribusi bantuan di daerah terdampak bencana.

Oleh karena itu, diperlukan suatu layanan komunikasi darurat yang dapat dibangun secara cepat di daerah terdampak bencana. Berbagai teknologi telekomunikasi telah banyak diusulkan sebagai alternatif sistem komunikasi darurat dalam kondisi bencana. Sistem Komunikasi Satelit dengan layanan *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) [2] dan sistem komunikasi *High Frequency* (HF) [3] merupakan dua di antara teknologi telekomunikasi yang telah banyak digunakan dalam beberapa dekade terakhir. Selain memiliki kelebihan berupa *bandwidth* yang lebar, layanan VSAT ini memiliki kelemahan yaitu kerentanan terhadap kondisi cuaca terutama pada kondisi hujan dan biaya implementasi yang cukup mahal. Sedangkan sistem komunikasi HF, meskipun memiliki kemampuan jarak jangkauan yang sangat jauh, sistem ini memiliki *bandwidth* yang sempit dan juga rentan terhadap perubahan kondisi ionosfer [4].

Di sisi lain, Teknologi WiMAX yang memiliki bandwidth yang cukup lebar dan kemampuan transmisi pada kondisi *non-Line-of-Sight* (NLOS) dapat menjadi alternatif teknologi yang cukup menjanjikan. Pemanfaatan teknologi WiMAX sebagai alternatif sistem komunikasi darurat bencana telah banyak dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir. Salah satunya adalah usulan yang diajukan oleh Pedro Neves berupa *WEIRD Project* di Eropa [5]. Proyek ini memanfaatkan teknologi WiMAX untuk menjangkau daerah terpencil dalam memberikan berbagai layanan telekomunikasi, seperti monitoring lingkungan dan *telemedicine*. Akan tetapi, dalam proyek ini belum membahas pemanfaatan teknologi WiMAX dalam kondisi bencana di mana para petugas relawan memerlukan akses data yang handal. Pemanfaatan lain yang disarankan dari Teknologi WiMAX ini adalah sebagai *link backhaul* untuk jaringan telekomunikasi lainnya [6]. Agar dapat diakses oleh para petugas relawan di daerah terdampak bencana, pemanfaatan teknologi WiMAX sebagai *backhaul* perlu diintegrasikan dengan jaringan akses lain yang mudah diakses, dalam hal ini adalah Teknologi WLAN.

Integrasi antara teknologi WiMAX dan WLAN ini telah banyak dilaporkan [7]-[9]. Pada [7], Gracias melakukan integrasi jaringan berbasis Teknologi WiMAX dan WLAN pada lingkungan testbed. Modul WLAN yang digunakan mendukung penerapan Standar 802.11a/g/n. Penelitian melaporkan bahwa bandwidth kanal yang disediakan pada jaringan integrasi ini berkisar di antara 967,5 Kbps. Pada [8], Pentikousis, dkk melaporkan mengenai implementasi layanan Speex VoIP dan Video berbasis H.264/AVC pada jaringan testbed yang merupakan integrasi antara teknologi WiMAX dan WLAN. Teknologi WLAN yang digunakan dalam penelitian ini berbasis Standar IEEE 802.11g di mana kapasitas sistem rata-rata yang disediakan adalah sekitar 54Mbps. Dalam penelitian dilaporkan bahwa terjadi *bottleneck* pada jaringan WLAN yang digunakan. Sedangkan pada [9], Peh melaporkan mengenai implementasi layanan VoIP pada jaringan integrasi WiMAX dan WLAN. Pada penelitian ini, peneliti melakukan perbandingan kinerja VoIP berbasis G.711 dan G.729.

Seluruh penelitian yang dilaporkan tersebut, belum memperhatikan penerapan jaringan integrasi tersebut pada lingkungan terdampak bencana. Oleh karena itu, dalam makalah ini diusulkan sebuah sistem komunikasi darurat yang merupakan integrasi antara Teknologi WiMAX berbasis Standar IEEE 802.16d sebagai *link backhaul* terhadap jaringan WLAN berbasis Standar IEEE 802.11n. Integrasi kedua teknologi telekomunikasi ini diharapkan dalam mendukung penerapan sistem informasi di lokasi bencana.

Pembahasan selanjutnya dari makalah ini disusun dengan sistematika sebagai berikut. Bagian 2 akan membahas mengenai ulasan singkat terhadap Teknologi WiMAX dan Teknologi WLAN. Sedangkan Bagian 3 akan mendeskripsikan usulan rancangan integrasi jaringan antara Teknologi WiMAX dan Teknologi WLAN, dengan hasil pengujian usulan rancangan yang dibahas pada Bagian 4. Kesimpulan mengenai usulan rancangan dibahas pada Bagian 5.

2. TEKNOLOGI JARINGAN AKSES PITA LEBAR

Worldwide Interoperability Microwave Access (WiMAX) merupakan merek dagang Teknologi *Broadband Wireless Access* (BWA) yang dikembangkan oleh WiMAX Forum dengan merujuk pada keluarga Standar IEEE 802.16 dan bekerja dalam lingkup *Metropolitan Area Network* (MAN) [10]. Teknologi ini mampu mendukung komunikasi baik yang bersifat tetap maupun bergerak. Dibandingkan dengan teknologi BWA lainnya, WiMAX yang diimplementasikan dalam komunikasi tetap memiliki beberapa keunggulan seperti (1) transmisi data yang mampu mencapai 70 Mbps, (2) jarak jangkauan yang sangat jauh hingga 50 km, (3) sistem modulasi adaptif dan (4) OFDM yang menjadikan teknologi WiMAX ini memiliki kapasitas besar [11]. Selain itu, teknologi WiMAX inipun dapat mendukung beberapa *Quality of Services* (QoS) yang diperlukan, seperti (1) *Unsolicited Grant Service* (UGS), (2) *Real-Time Polling Service* (rtPS), (3) *Non-Real-Time Polling Service* (nrtPS), dan (4) *Best*

Effort (BE) [12]. Salah satu aplikasi yang dapat dikembangkan dari teknologi ini adalah jaringan *backhaul* baik dengan topologi *Point-to-Point* maupun *Point-to-multipoint*.

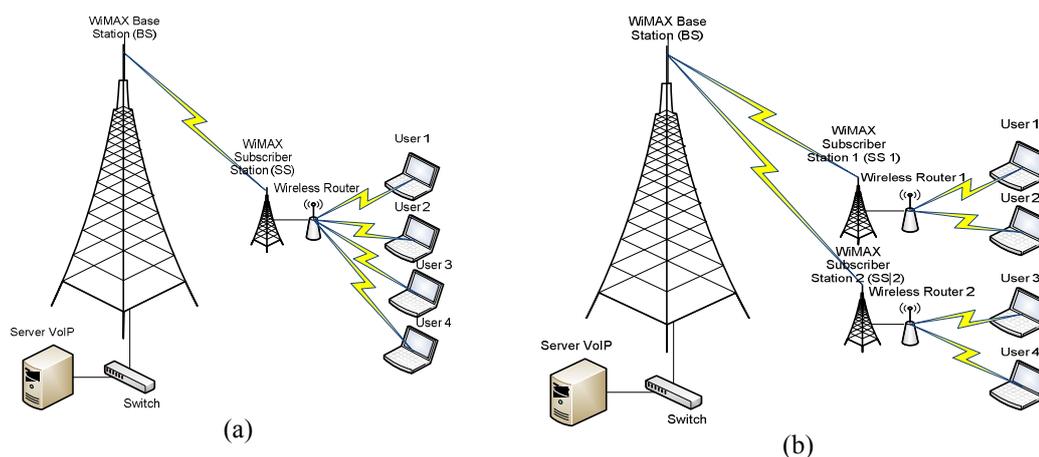
Wireless Fidelity atau WiFi merupakan merek dagang lain dari teknologi akses nirkabel yang dikembangkan dengan merujuk pada keluarga Standar IEEE 802.11. Berbeda dengan keluarga standar sebelumnya, Standar IEEE 802.11 ini dikembangkan untuk bekerja dalam lingkup *Local Area Network* (LAN). Salah satu varian standar terakhir dari teknologi ini adalah Standar IEEE 802.11n. Keunggulan dari Standar IEEE 802.11n ini adalah digunakannya sistem *Multiple-Input-Multiple-Output* (MIMO) yang memungkinkan diterapkannya diversitas spasial [13]. Dengan diterapkannya diversitas spasial ini menjadikan WLAN dengan standar IEEE 802.11n memiliki laju transmisi data hingga 74 Mbps [14]. Perbandingan antara Teknologi WiMAX dan Teknologi WLAN disajikan pada Tabel 41.

Tabel 41 Perbandingan Kemampuan Teknologi WiMAX dan WLAN [7]

Paramater	WLAN	WiMAX
Kompleksitas Penerapan	Mudah dan Murah	Sulit dan ekspansif
Mobilitas	Pedestrian	~ 120 km/jam
Jangkauan	250 m	50 km
Pengguna aktif	13	150
Laju Data	288,90 Mbps	100 Mbps
Tipikal Penggunaan	Access Point	Jaringan Operator ISP

3. PERANCANGAN SISTEM

Usulan rancangan arsitektur jaringan yang merupakan integrasi antara Teknologi WiMAX dan Teknologi WiFi diilustrasikan pada Gambar 27. Arsitektur jaringan terbagi menjadi 3 sistem, yaitu (1) akses pusat data, (2) *point-to-point* (P2P) atau *point-to-multipoint* (PMP) *backhaul*, dan (3) jaringan WiFi. Bagian pertama yang merupakan akses pusat data ini merupakan bagian penyedia layanan yang dapat berasal dari *Internet Service Provider* (ISP) maupun layanan *ad-hoc* yang dibangun secara khusus ketika proses evakuasi dan *recovery* pasca bencana. Bagian berikutnya yaitu *backhaul* link merupakan jaringan akses untuk menghubungkan pusat data dengan pengguna layanan yang menggunakan akses WiFi. Jaringan akses ini menggunakan *radio link* yang berasal dari teknologi WiMAX. Sedangkan bagian terakhir adalah jaringan *end-user* yang dikembangkan menggunakan *access point* (AP) WiFi. Integrasi antara Teknologi WiMAX dan WiFi ini dilakukan dengan melakukan koneksi antara WiMAX *Subscriber Station* (SS) dan WiFi AP.



Gambar 27 Arsitektur Rancangan Sistem untuk (a) SS Tunggal dan (b) Multi SS

Perangkat WiMAX yang digunakan adalah fasilitas pengujian Teknologi WiMAX di Jurusan Teknik Elektro ITS yang terdiri dari RedMAX *Base Station Transceiver* (BS) sebagai pemancar yang bekerja pada pita frekuensi 3,5GHz dan RedMAX *Subscriber Unit* sebagai penerima. Daya pancar pada RedMAX *Base Station Transceiver* diatur pada nilai 0 dBm atau 1 mW untuk menghindari interferensi dengan layanan satelit yang ada di sekitar lokasi pengujian. Selain itu, RedMAX *Base Station Transceiver* bandwidth kanal radio yang digunakan adalah 7 MHz. Sedangkan kapasitas transmisi data pada *link* yang digunakan sebagai *backhaul* untuk berkomunikasi

dengan RedMAX *Subscriber Unit* diatur sebesar 2 Mbps untuk masing-masing pada sisi *uplink* maupun *downlink*. Dalam memberikan layanan, sistem ini ditetapkan menggunakan jenis *scheduling Best Effort* di mana setiap *user* memiliki prioritas yang sama dalam mengakses jaringan utama. Lingkungan pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah indoor dengan luas ruangan sekitar 112 m². Spesifikasi rinci mengenai sistem testbed yang digunakan disajikan pada Tabel 42.

Tabel 42 Spesifikasi Konfigurasi Sistem

Paramater	Spesifikasi
Base Station	RedMAX AN-100U
Subscriber Station	RedMAX SU-O
Pita Frekuensi	3,5 GHz
Lebar pita kanal	7 MHz
PHY	WiMAX 802.16d 256 OFDM FDD
BS Tx Power	0 dBm

4. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN HASIL

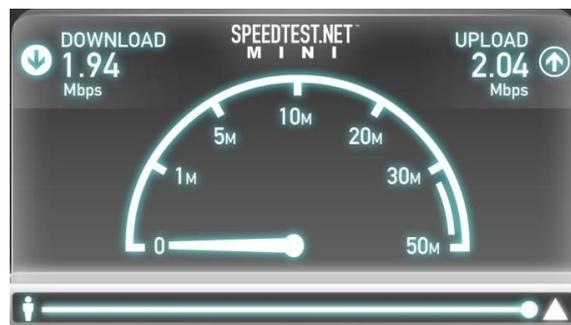
Usulan rancangan arsitektur tersebut diuji dengan menggunakan dua skenario yang berbeda yaitu pengujian dengan satu buah *Subscriber Station* (SS) sebagai representasi dari implementasi topologi *Point-to-point* dan pengujian dengan dua buah SS sebagai representasi dari implementasi topologi *Point-to-multipoint*. Jumlah *user* yang akan melakukan akses terhadap sistem berjumlah empat *user*, dengan skenario sebagai berikut;

1. Pada topologi *Point-to-point*, seluruh *user* (4 *user*) melakukan akses terhadap satu buah SS yang sama
2. Pada topologi *Point-to-multipoint*, dua buah SS masing-masing diakses oleh 2 pengguna.

Pengujian sistem dilakukan terhadap beberapa parameter kanal radio berupa,

1. Daya terima pada sisi SS
Pengukuran daya terima pada SS dilakukan dengan melihat penunjukan parameter kanal radio pada sistem monitoring SS
2. Nilai *Signal-to-noise ratio* (SNR)
Sama seperti halnya pengukuran daya terima, SNR pada sisi SS dilakukan dengan melihat penunjukan parameter kanal radio pada sistem monitoring SS.
3. *Bandwidth* atau kapasitas sistem secara keseluruhan yang direpresentasikan dalam besaran *throughput*.
Pengukuran *throughput* dilakukan dengan mengirim paket UDP selama 3 menit sebanyak 5 kali dengan interval setiap pengukuran adalah 10 menit. Pengiriman paket ini kemudian diukur terhadap parameter *throughput* maksimum menggunakan aplikasi *WireShark*.

Sebelum dilakukan pengujian atas parameter tersebut di atas, untuk memberikan ilustrasi awal mengenai kemampuan Teknologi WiMAX apabila diterapkan secara mandiri, maka dilakukan pengukuran laju data transmisi dari sebuah *user* yang dihubungkan langsung kepada SS tanpa melalui WiFi AP. Pengujian laju data ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Mini Speed Test* yang sudah terinstall pada sisi *server* yang terhubung dengan BS kemudian diakses oleh *user* di sisi SS. Hasil pengujian menunjukkan bahwa laju transmisi data untuk *downlink* dan *uplink* masing-masing adalah sebesar 1,94Mbps dan 2,04Mbps, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 28. Perbedaan laju transmisi data pada sisi *downlink* maupun *uplink* ini disebabkan oleh adanya perbedaan metode modulasi sinyal yang digunakan pada sisi *downlink* dan *uplink* sehingga memberikan kemampuan pengolahan data yang berbeda pula. Selain itu, perbedaan laju transmisi data ini juga disebabkan oleh adanya perbedaan daya pancar pada sisi BS dan sisi SS.



Gambar 28 Hasil Pengujian Downlink dan Uplink Jaringan WiMAX

Dari hasil pemantauan pada sistem monitoring kinerja SS, diperoleh informasi bahwa SS menerima sinyal dari BS dengan daya terima sebesar -81,5 dBm dengan SNR sebesar 16,5. Meskipun daya yang diterima mendekati sensitivitas daya terima SS, namun karena memiliki SNR sebesar 16,5 maka SS masih dapat mengolah informasi yang diberikan oleh BS dengan baik.

Selanjutnya, pengujian sistem integrasi teknologi WiMAX dan WiFi memberikan hasil pengujian yang cukup berbeda untuk kedua skenario pengujian yang dirancang. Untuk skenario pertama memberikan throughput sebesar 1.6 Mbps dan 1.7 Mbps untuk skenario kedua. Perbedaan hasil pengukuran throughput pada kedua skenario tersebut disebabkan oleh perbedaan jumlah *user* pada masing-masing AP pada kedua skenario. Skenario 1 memiliki jumlah user pada satu AP yang lebih banyak dibandingkan jumlah user pada satu AP pada skenario 2. Perbedaan jumlah user ini menyebabkan terjadinya *sharing* sumber daya *bandwidth* yang lebih besar untuk satu user pada skenario 2.

5. SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pada makalah ini telah dibahas mengenai alternatif pengembangan sistem komunikasi darurat bencana dengan memanfaatkan Teknologi WiMAX. Teknologi WiMAX ini dimanfaatkan sebagai *backhaul link* yang diintegrasikan dengan jaringan WiFi. Parameter bandwidth yang dihasilkan dari integrasi kedua teknologi tersebut diuji dengan menggunakan dua skenario yaitu, satu SS dan dua SS. Pengujian sistem dengan menggunakan satu SS menunjukkan nilai bandwidth sebesar 1.6 Mbps, sedangkan untuk sistem dengan 2 SS menunjukkan hasil bandwidth sebesar 1.7 Mbps. Hasil ini masih sedikit lebih kecil dibandingkan dengan bandwidth maksimum yang tersedia dari Sistem WiMAX sebesar 2.04 Mbps.

Pengembangan lebih lanjut dari sistem ini dapat dilakukan berupa penerapan layanan suara maupun video yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana koordinasi selama penanganan bencana.

6. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Thompson dan Turk. Introduction to Physical Geology.
- [2] Suematsu, N.; Kameda, S.; Oguma, H.; Sasanuma, M.; Eguchi, S.; Kuroda, K., 2013. "Multi-mode SDR VSAT against big disasters," in *proceeding of 2013 European Microwave Conference (EuMC)*, pp.842-845
- [3] Koski, E.N., 2006. "Use of HF for extended-range Combat Net Radio (CNR) communications," in *the proceeding of 10th IET International Conference on Ionospheric Radio Systems and Techniques (IRST 2006)*, pp.38-42.
- [4] K.R. Govind, K.Kumaresh, B.R.Karthikeyan, 2010. "HF Channel Estimation for MIMO System Based on Particle Filter Technique", *IEEE Journal of Communication*, Vol. 5, No.9.
- [5] Neves, P.; Simões, P.; Gomes, A.; Mario, L.; Sargento, S.; Fontes, F.; Monteiro, E.; Bohnert, T., 2007. "WiMAX for Emergency Services: An Empirical Evaluation," *The 2007 International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, 2007. NGMAST '07*. pp.340,345.
- [6] Pentikousis, K., Pinola, J., Piri, E., Fitzek, F., 2008 "An Experimental Investigation of VoIP and Video Streaming over Fixed WiMAX", in *the proceeding of 6th International Symposium on Modeling and Optimization in Mobile, Ad Hoc, and Wireless Networks and Workshops (WiOPT 2008)* pp.564-578.
- [7] M. Gracias, V. Knezevic, A. Esmailpour. 2011. "Interoperability between WiMAX and WiFi in a testbed environment," in *the proceeding of 24th Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*. pp.1144-1148
- [8] Pentikousis, K., Pinola, J., Piri, E., Fitzek, F., 2008 "A Measurement Study of Speex VoIP and H.264/AVC Video over IEEE 802.16d and IEEE 802.11g", in *the proceeding of IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. pp.19-24.
- [9] E.W.C. Peh, W.K.-G. Seah, Y.H. Chew, Y.Ge. 2008. "Experimental Study of Voice over IP Services over Broadband Wireless Networks," in *the proceeding of 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*. pp.834-839.
- [10] Sarmonikas, George. 2006. "WiMAX Deployment Workshop". Telefocal Asia. Singapore.
- [11] WiMAX Forum, "WiMAX's Technology for LOS and NLOS Environments," Agustus 2004
- [12] Gunawan Wibisono, Gunadi Dwi Hantoro. 2007. WiMAX : Teknologi BWA kini dan masa depan. Penerbit Informatika. Bandung.
- [13] IEEE Computer Society.2009. IEEE Standard 802.11n-2009. IEEE.
- [14] Judiesanto, B.I. 2013. *Teknologi IEEE 802.11 N*. tersedia di <http://ilmukomputer.org/> (diakses pada 4 Juli 2014)