

PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI WIMAX UNTUK LAYANAN BROADBAND DI LINGKUNGAN PEMERINTAH KOTA BALIKPAPAN

Nurwahidah Jamal¹, Rina Pudji Astuti², Dharu Arseno³

¹Magister Elektro Komunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Salah satu arah pembangunan jangka panjang kota Balikpapan adalah mewujudkan penyelenggaraan tata pemerintahan yang baik dengan pengembangan sistem informasi manajemen tata kelola kota. Untuk mendukung arah pembangunan tersebut perlu dirancang blueprint penggelaran layanan broadband di kota Balikpapan. Penggelaran layanan broadband tersebut diharapkan dapat mampu menjangkau seluruh Kota Balikpapan dengan luas wilayah 503,30 Km², yang terdiri atas 87 kantor dan 175 sekolah.

Sebagai solusi permasalahan tersebut di atas, maka pada tesis ini dirancang blueprint penggelaran layanan broadband di kota Balikpapan. Dipilih teknologi fixed WiMAX karena cakupan dari radius selnya dapat mencapai 50 km dengan kemampuan kecepatan akses sampai 75 Mbps. Teknologi ini di implementasikan sebagai jaringan backhaul dan akses WiMAX sehingga dapat memperluas jangkauan dan meningkatkan kapasitas.

Pada tesis ini dirancang struktur jaringan yang menghubungkan base station dengan link point to point dan link point to multipoint yang menghubungkan base station dengan beberapa CPE berupa outdoor unit pada perkantoran dan sekolah. Beberapa perkantoran dan sekolah menerapkan sistem komunikasi antara CPE dengan end user menggunakan teknologi Wi-Fi. Sistem fixed WiMAX dirancang menggunakan frekuensi 3,3 GHz dengan channel bandwidth 3,5 dan ditentukan system gain yang tepat agar diperoleh area availability yang baik pada daerah cakupannya. Proses penentuan kapasitas, jumlah sel dan coverage masing-masing sel dilakukan berdasarkan kondisi dan kebutuhan real di kota Balikpapan. Kebutuhan bandwidth seluruh perkantoran dan sekolah-sekolah di Kota Balikpapan adalah sebesar 965,392 Mbps. Kebutuhan layanan, QoS dan kondisi kanal pada masing-masing pengguna sangat bervariasi sehingga pada tesisi ini digunakan teknik modulasi adaptif

Pada penelitian ini dihasilkan struktur jaringan yang terdiri dari kombinasi mikrosel (untuk wilayah urban dengan luas sel 4.116 km² sebanyak 19 sel) dan makrosel (untuk wilayah suburban dengan luas sel 21.900 km² sebanyak 20 sel). Pada wilayah urban agar diperoleh daerah cakupan sel dengan sinyal penerimaan yang baik, digunakan base station dengan tinggi 40 meter, Tx power 30 dBm sedangkan pada wilayah suburban digunakan tinggi base station 50 meter dan Tx power 43 dBm.

Kata Kunci : WiMAX 802.16-2004, Struktur Jaringan OFDM, AMC, Coverage, Capacity

Telkom
University

Abstract

One of the long-term developments of Balikpapan is the implementation of good governance with the city management information systems. To support this development, a blueprint of broadband services in the city of Balikpapan needs to be designed. The broadband services are expected to be able to cover the entire city of Balikpapan which has an area of 503.30 km², consisting of 87 offices and 175 schools.

This thesis is to design the blueprint of broadband services to support the development of Balikpapan. Fixed WiMAX technology is selected because the scope of the cell radius is able to reach a distance of 50 km with the ability to access up to 75 Mbps. This technology is implemented as WiMAX and wireless backhaul networks so that this can expand the coverage and increase the capacity.

This thesis attempts to design a network structure that connects the base station to the link point to point and point to multipoint base station that connects the base station to some outdoor CPE units in offices and schools. Some offices and schools implement a system of communication between the CPE and end users using Wi-Fi technologies. Fixed WiMAX systems are designed using the frequency of 3.3 GHz with channel bandwidth of 3.5 MHz and the appropriate system gain is determined in order to obtain good area availability in their coverage areas. The process of determining the capacity, the number of cells and the coverage of each cell is based on the real conditions and needs of Balikpapan. Bandwidth needs of all offices and schools Balikpapan is 965.392 Mbps. The service requirements, and QoS and channel conditions of users are so various that adaptive modulation techniques are used.

This study resulted in a network structure consisting of a combination microcell (the urban area needed 19 cells which each coverage area was 4,116 km²) and macrocell (the suburban area needed 20 cells which each coverage area was 21,900 km²). To obtain a cell coverage area with good signal reception in the urban areas, a base station of 40 meters high and 30 dBm transmit power are used; while the suburban area needs a base station of 50 meters high and 43 dBm transmit power.

Keywords : WiMAX 802.16-2004, OFDM Network Structure, AMC, Coverage, Capacity

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara geografi Kota Balikpapan terletak pada 1° LS – 1.2° LS dan diantara 116.5° BT – 117.5° BT dengan batas-batas; Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Kutai Kertanegara, sebelah selatan berbatasan dengan Selat Makasar, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Kutai Kertanegara, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Penajam Paser Utara.

Jumlah penduduk Kota Balikpapan berdasarkan hasil Sensus Penduduk Tahun 2005 adalah 554.437 jiwa. Pertumbuhan penduduk Balikpapan rata-rata sebesar 29.596 jiwa atau 4,95% per tahun. Dengan wilayah seluas $503,30 \text{ Km}^2$, dan jumlah penduduk sebanyak 554.437 jiwa, maka rata-rata kepadatan penduduk Kota Balikpapan adalah sebesar 1.101 jiwa/ km^2 . Sebagian besar penduduk terkonsentrasi dikawasan perkotaan dengan kepadatan mencapai 33.644,42 jiwa/ km^2 , sementara dikawasan yang merupakan pinggiran kota (pedesaan) kepadatan penduduk hanya sekitar 141,24 jiwa/ km^2 .

Visi Pembangunan Kota Balikpapan adalah terwujudnya Balikpapan sebagai kota yang berdimensi industri, perdagangan, jasa dan pariwisata budaya, dan pendidikan yang didukung oleh penyelenggaraan tata pemerintahan yang baik (*good governance*) dan masyarakat yang beriman, sejahtera, dan berperadaban maju (*madinatul iman*).



Untuk mewujudkan penyelenggaraan tata pemerintahan yang baik (*good governance*) adalah dengan membangun sistem pemerintahan modern yang bebas KKN dan mampu memberikan pelayanan publik dengan baik, serta menerapkan azas penyelenggaraan tata pemerintahan yang baik seperti partisipasi, transparansi/keterbukaan dan akuntabilitas dari mulai Pemerintahan di tingkat kota sampai kepada unit pelayanan masyarakat terendah. Salah satu arah pembangunan jangka panjang untuk mewujudkan penyelenggaraan tata pemerintahan yang baik adalah dengan pengembangan sistem informasi manajemen tata kelola kota melalui

- a. Penyelenggaraan sistem informasi manajemen dalam pengelolaan kota yang diarahkan agar masyarakat dapat memperoleh akses yang seluas-luasnya terhadap berbagai informasi penyelenggaran pemerintahan, pembangunan kota dan pelayanan publik kepada masyarakat yang dikemas melalui sistim informasi yang baik.
- b. Pemberian akses, pengedepanan akuntabilitas dan transparansi didalam penyelenggaraan Pemerintahan Kota, dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam perencanaan, pelaksanaan dan pengawasannya.

Untuk mewujudkan arah pembangunan tersebut diatas perlu didukung dengan konektifitas antar seluruh unsur dalam



lingkungan Pemerintah Kota Balikpapan sehingga perlu tersedia infrastruktur/jaringan telekomunikasi yang dapat memberikan layanan broadband. Layanan *broadband* diperlukan di lingkungan Pemerintah Kota Balikpapan untuk memfasilitasi kebutuhan akses informasi berkecepatan tinggi di lingkungan pemerintah, institusi pendidikan mulai dari tingkat SD sampai dengan SMA/ sederajat, dan masyarakat yang tersebar di Kota Balikpapan dengan membangun *telecenter-telecenter* guna melayani kebutuhan *broadband* masyarakat di pinggiran kota.

Untuk memenuhi kebutuhan layanan *broadband* dirancang *blueprint* penggelaran layanan *broadband* menggunakan teknologi *WiMAX IEEE 802.16-2004* yang mampu memberikan kecepatan akses yang tinggi dengan jangkauan yang luas mencapai 50 km dengan kecepatan sampai 75 Mbps *per carrier* untuk tipe akses *fixed* dan *portable*.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Menentukan area layanan, pengguna layanan, dan jenis layanan.
- b. Menentukan kebutuhan *bandwidth*.
- c. Menganalisis teknologi dan standar yang akan digunakan.
- d. Menentukan spesifikasi teknis jaringan.
- e. Menentukan *capacity* dan *coverage*.



- f. Menentukan jumlah *base station* yang dibutuhkan.
- g. Menentukan struktur jaringan.

1.3 Batasan Masalah

- a. Menggunakan standar teknologi *WiMAX IEEE 802.16d*
- b. Perancangan sistem komunikasi *WiMAX* di Kota Balikpapan dengan frekuensi kerja 3,3 GHz dan lebar kanal 3,5 MHz
- c. Perancangan yang dilakukan meliputi; struktur jaringan, *radio link*, *capacity* dan *coverage*, serta menentukan jumlah *base station* yang dibutuhkan.
- d. Perancangan tidak membahas mengenai regulasi, keamanan sistem dan manajemen bandwidth.
- e. Model propagasi yang digunakan mengacu pada model propagasi yang dikeluarkan oleh *Stanford University Intern (SUI)*

1.4 Tujuan

- a. Untuk membuat perancangan jaringan *WiMAX* yang outputnya berupa *blueprint planning* penggelaran layanan *broadband WiMAX* di lingkungan pemerintah Kota Balikpapan yang akan menjadi masukan bagi pemerintah Kota Balikpapan.



- b. Untuk memberikan layanan *broadband* bagi kantor-kantor pemerintah dan institusi pendidikan Kota Balikpapan dengan kapasitas yang cukup.

1.5 Hipotesis

Dengan di implementasikannya sistem komunikasi *WiMAX*, maka kantor-kantor pemerintah, institusi pendidikan dan masyarakat Kota Balikpapan dapat menikmati layanan *broadband* dengan kapasitas yang cukup dan kualitas yang baik.

1.6 Metode Penelitian

Bentuk penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif yang memberikan gambaran mengenai layanan yang akan diberikan, perencanaan jaringan *radio link* dan struktur jaringan, dengan cara menggali, mendalami, membuat rancangan, simulasi dan analisis untuk kemudian dipaparkan menggunakan pendekatan kualitatif maupun kuantitatif. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini dengan beberapa teknik diantaranya:

- a. Kajian referensi: teknik pengumpulan data dengan mencari, mengumpulkan dan mempelajari berbagai referensi yang berkaitan dengan Teknologi *WiMAX* yang meliputi standar



yang dikeluarkan oleh IEEE, spesifikasi perangkat, dan dokumen yang relevan.

- b. Observasi: teknik pengumpulan data dari sumber data yang berupa tulisan, angka, gambar atau grafik. Pengumpulan data primer dari sumber yang terkait seperti data wilayah Kota Balikpapan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA), data jumlah pegawai dari Badan Kepegawaian Daerah (BKD), data guru dan sekolah dari Dinas Pendidikan, data kependudukan dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil dan data lainnya dari Web. Pemerintah Kota Balikpapan. Untuk area layanan dilakukan survey langsung untuk mengetahui koordinat area layanan (kantor pemerintah) menggunakan global position system (GPS).
- c. Penelitian propagasi
- d. Perancangan sistem : dalam perancangan dilakukan perumusan tahapan-tahapan yang diperlukan dalam perancangan beserta parameter-parameter yang mempengaruhinya. Kemudian dilakukan perhitungan matematis untuk menentukan jumlah pengguna layanan dan kebutuhan *bandwidth*, kapasitas *base station*, dan *coverage*. Dari hasil pengolahan data diperoleh *dimensioning coverage* yang optimal dan selanjutnya dilakukan visualisasi letak sel untuk selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil perancangan sistem.



- e. Simulasi: melakukan simulasi terhadap rancangan dengan menggunakan *software* Map Info 10.5 dan *software* Atoll.
- f. Kesimpulan: melakukan analisis terhadap hasil rancangan dan simulasi dan kemudian membuat kesimpulan.

1.7 Sistematika Penulisan

Tesis ini terdiri dari lima bab bahasan dan lampiran-lampiran. Kelima bab tersebut antara lain :

BABI PENDAHULUAN

Bab ini mendeskripsikan Latar Belakang dan Tujuan Penelitian yang menjadi landasan dalam melakukan penelitian ini. Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Hipotesa, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan tesis ini.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini mendeskripsikan mengenai dasar teori atau dasar-dasar teknologi yang dimiliki oleh *WiMAX* serta teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI WiMAX UNTUK LAYANAN BROADBAND DI LINGKUNGAN PEMERINTAH KOTA BALIKPAPAN



Bab ini mendeskripsikan langkah-langkah dalam melakukan perancangan sistem komunikasi *WiMAX* untuk layanan komunikasi *broadband* di lingkungan Pemerintah Kota Balikpapan meliputi perancangan radio *subsistem*, *radiolink*, struktur jaringan, dan hasil simulasi.

BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN ANALISA HASIL PERANCANGAN

Bab ini berisi hasil perancangan dan analisa hasil perancangan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian, dan beberapa masukan untuk kesempurnaan dan pengembangan penelitian selanjutnya.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan *bandwidth* untuk layanan *broadband* di lingkungan pemerintah Kota Balikpapan pada tahun 2017 adalah 965,392 Mbps.
2. Spesifikasi teknis perangkat untuk wilayah *urban* adalah tinggi *base station* 40 meter dengan *gain* 17,5 dBi, daya pancar 30 dBm sedangkan untuk wilayah *suburban* digunakan *tinggi base station* 50 meter dengan *gain* 17,5 dBi, daya pancar 38 dBm.
3. Dengan teknik AMC diperlukan jumlah sel sebanyak 19 sel untuk wilayah *urban* dengan luas masing-masing sel adalah 4,116 km² dan 20 sel untuk wilayah *suburban* dengan luas sel masing-masing sel adalah 21,900 km².
4. Jaringan *fixed WiMAX* menghubungkan *base station* dengan *link point to point* dan *link point to multipoint* yang menghubungkan *base station* dengan beberapa CPE berupa *outdoor unit*.



5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, adapun saran untuk kesempurnaan penelitian ini adalah:

1. Untuk kesempurnaan penelitian ini perlu dilakukan survey ke semua titik-titik area layanan.
2. Untuk kesempurnaan simulasi sebaiknya menggunakan peta/raster 3D dan jika menggunakan lebih dari satu software sebaiknya software bisa saling mendukung.



5.3 Conclusions

Considering the results of several experiments and the findings presented in the previous chapters, several conclusions can be proposed:

- 1. The local government of Balikpapan in 2017 requires a bandwidth of 965.392 Mbps to support their broadband services*
- 2. The urban area requires technical specifications of a base station with a height of 40 meters, with a gain of 17.5 dBi, and a transmit power of 30 dBm; while the suburban area needs a base station of 50 meters high with a gain of 17.5 dBi, and a transmit power of 38 dBm*
- 3. Using AMC techniques, the urban area requires 19 cells which the coverage area of each cell is 4,116 km²; and the suburban area requires 20 cells which the coverage area of each cell is 21,900 km²*
- 4. The fixed WiMAX networks connect base stations to the link point to point and the link point to multipoint which connect the base station to several CPEs formed as outdoor units*



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cisco Systems, Inc. “*Voice Over IP*”, 2009 – 2010.
- [2] Cisco Systems, Inc. “*Implementing QoS Solution for H. 323 Video Conferencing over IP*, 1992- 2005.
- [3] Draft White Paper. “*Penyelenggaraan Layanan Akses Broadband Menggunakan Spektrum Frekuensi Broadband Wireless Access (BWA) dan Dalam Rangka Seleksi Penyelenggaraan telekomunikasi Layanan Akses Pita Lebar Nirkabel (BWA) pada Pita Frekuensi Radio 2,3 GHz dan 3,3 GHz*” Departemen Komunikasi dan Informatika Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi. 2008.
- [4] IEEE standard for Local and metropolitan area networks. “*Part 16 : Air Interface for Broadband Wireless Access Systems*”
- [5] Jeffrey G. Andrews., Arunabha Ghosh., Rias Muhamed. “*Fundamentals of WiMAX Understanding Broadband Wireless Networking*”
- [6] Prasetyono Hari Mukti “*Studi Perancangan Jaringan WiMAX di Wilayah Kota Bandung Dengan Memamfaatkan Tower Telkom Flexi*” 2008
- [7] Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Balikpapan Tahun 2006 – 2011.
- [8] SR Telecom. “*WiMAX Capacity White Paper*” 2006
- [9] Syed Ahson., Mohammad Ilyas, “*WiMAX Applications*” CRC Press. 2008
- [10] T.S. Rappaport. “*Wireless Communication : Principles and Practice*” Second Edition. Prentice – Hall. 2002.



- [11] Wibisono, Gunawan., Hantoro, Gunadi Dwi., Meganjaya, Made., Pram, Yudi (2007). “*Peluang dan Tantangan Bisnis WiMAX di Indonesia*”, Penerbit Informatika, Bandung.
- [12] WiMAX Forum. *Fixed, Nomadic, Portable and Mobile Applications for 802.16-2004 and 802.16e WiMAX Networks*, November 2005.
- [13] WiMAX Forum. “*Mobile WiMAX – Part I: A Technical Overview and Performance Evaluation*”. New York: WiMAX Forum, 2006.
- [14] WiMAX Forum, “*WiMAX’s Technology for LOS and NLOS Environments*”, Agustus 2004
- [15] WiMAX Forum. “*The Business Case for Fixed Wireless Access in Emerging Markets*”, June 2005
- [16] Yan Zhang. “*Wireless Network and Mobile Communication, WiMAX Network Planning and Optimization*”, CRC Press. 2009.
- [17] Zerihun Abate. “*WiMAX RF Systems Engineering*”, Artech House. 2009