

PERENCANAAN JARINGAN AKSES *MOBILE* WiMAX 2,6 GHz UNTUK WILAYAH KOTA PALEMBANG

Deni Erlansyah ¹, Dedi Rianto Rahadi ², Muhammad Akbar ³

Universitas Bina Darma Palembang

email: denilaboy@gmail.com, dedi1968@yahoo.com, akbar@mail.binadarma.ac.id

ABSTRAK

Standar IEEE 802.16e yang dikenal dengan *mobile* WiMAX adalah standar *broadband wireless access* (BWA) yang beroperasi pada frekuensi 2–6 GHz. Standar ini merupakan pengembangan dari standar WiMAX sebelumnya untuk mendukung mobilitas pengguna. Pada tugas akhir ini, penulis melakukan perhitungan untuk memprediksi kebutuhan *bandwidth* untuk pelanggan *mobile* WiMAX di wilayah Palembang untuk jangka waktu tiga tahun sejak WiMAX diimplementasikan. Kebutuhan *bandwidth* ini akan digunakan untuk menentukan jumlah *base station* yang dibutuhkan dari sisi kapasitas. Penulis juga melakukan perhitungan jumlah *base station* dari sisi *coverage* menggunakan model propagasi. Dari hasil perhitungan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada tiga tahun pertama penetrasi WiMAX di Palembang, kebutuhan jumlah *base station* dari sisi *coverage* lebih besar daripada perhitungan dari sisi kapasitas.

Kata Kunci: *mobile* WiMAX, *bandwidth*, *base station*, kapasitas, *coverage*

1 PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer meningkat dengan cepat, hal ini terlihat pada era tahun 80-an jaringan komputer masih merupakan teka-teki yang ingin dijawab oleh kalangan akademisi, dan pada tahun 1988 jaringan komputer mulai digunakan di universitas-universitas, perusahaan-perusahaan, sekarang memasuki era milenium ini terutama world wide internet telah menjadi realitas sehari-hari jutaan manusia di muka bumi ini. Selain itu, perangkat keras dan perangkat lunak jaringan telah benar-benar berubah, di awal perkembangannya hampir seluruh jaringan dibangun dari kabel koaxial, kini banyak telah diantaranya dibangun dari serat optik (fiber optics) atau komunikasi tanpa kabel.

Kebutuhan akan kapasitas yang lebih besar dan kualitas layanan yang lebih baik pada sistem komunikasi *wireless* meningkat tajam beberapa tahun ini. Faktor pendukungnya adalah mobilitas

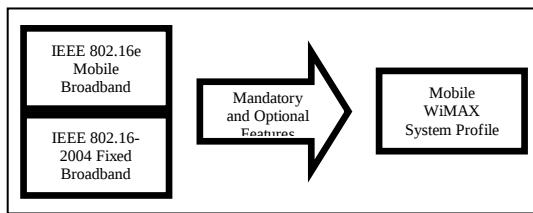
dan fleksibilitas yang ditawarkan oleh sistem komunikasi *wireless*. WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) merupakan standar yang dikembangkan oleh grup IEEE 802.16 untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pada mulanya, standar ini hanya fokus pada pemenuhan kebutuhan kapasitas yang besar dan hanya ditujukan untuk layanan *fixed*. Pada tahun 2004, standar IEEE 802.16 diamandemen sehingga mendukung akses *nomadic*. Pada bulan Desember 2005, IEEE mengeluarkan standar IEEE 802.16e yang dikenal sebagai *mobile* WiMAX yang merupakan amandemen standar sebelumnya untuk mendukung aplikasi *mobile*.

Salah satu wilayah yang membutuhkan layanan komunikasi dengan kapasitas besar dan mobilitas tinggi adalah kota Palembang yang merupakan salah satu propinsi yang perkembangannya cukup cepat. *Mobile* WiMAX yang bersifat *non line of sight* (NLOS) dan mendukung mobilitas memungkinkan penggunaannya untuk mengakses data secara lebih leluasa, tidak harus berada di dalam gedung. Oleh karena itu, dibutuhkan perencanaan jaringan yang tepat agar WiMAX dapat mengakomodasi kebutuhan trafik masyarakat Palembang.

2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat Analisis

Formula *Mobile* WiMAX merupakan solusi *broadband wireless* yang memungkinkan konvergensi jaringan *mobile* dan *fixed broadband* melalui satu teknologi akses radio yang luas dan arsitektur jaringan yang fleksibel. *Air interface* pada *Mobile* WiMAX menerapkan *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) untuk memperoleh performa *multi-path* yang lebih baik pada lingkungan yang *Non Line Of Sight* (NLOS). Untuk mendukung *bandwidth* kanal yang berkembang (*scalable*) dari 1,25 MHz ke 20 MHz, IEEE 802.16e mengenalkan *Scalable-OFDMA* (SOFDMA), *Mobile Technical Group* (MTG) pada WiMAX Forum sedang mengembangkan profil sistem *Mobile* WiMAX yang memungkinkan sistem *mobile* dikonfigurasi.



Gambar 1 Arsitektur Mobile Wimax

2.2 Spesifikasi Teknis

Spesifikasi teknis lebih banyak berkaitan dengan parameter antenna, baik antenna pada *Base Station* (BS/BTS) maupun *Mobile Station* (MS), seperti penguatan antenna, daya antenna, rugi-rugi antenna dan lain sebagainya. Spesifikasi ini akan mempengaruhi anggaran daya (*link budget*). Pola radiasi antenna menentukan bentuk dasar sel. Sedangkan ketinggian antenna, kemiringan antenna (*tilt*) akan ikut menentukan luas cakupan sinyal. *Direction* antenna menentukan arah propagasi.

2.3 Tipe Daerah

Bentuk muka bumi mempengaruhi propagasi gelombang radio. Daerah yang memiliki perbukitan (daerah pegunungan) berbeda dengan daerah dengan gedung-gedung tinggi (daerah perkotaan). Pembagian tipe daerah dibedakan berdasarkan struktur yang dibuat manusia (*human-made structure*) dan keadaan alami daerah, tipe-tipe tersebut sebagai berikut.

1. Daerah Rural, jumlah bangunan sedikit dan jarang, alam terbuka
Contoh : Pedesaan
2. Daerah Suburban, jumlah bangunan yang mulai padat, tinggi rata-rata antara 12 – 20 m dan lebar 18 – 30 m.
Contoh : pinggiran kota, kota-kota kecil.
3. Daerah Urban, memiliki gedung-gedung yang rapat dan tinggi.
Contoh : daerah pusat kota baik metropolis maupun kota menengah

Detail pembagian wilayah ini dibahas lebih jelas di sub bab 2.2.8. Tipe ini akan menentukan model propagasi yang digunakan.

2.4 Model Propagasi

Pemilihan model propagasi didasarkan pada tipe daerah, ketinggian antenna, frekuensi yang digunakan dan beberapa parameter lainnya. Beberapa model yang sering digunakan untuk memprediksi propagasi gelombang radio beserta

karakteristiknya adalah seperti dibawah ini, detail pembahasan model-model ini berada di sub-bab 2.2.9.

1. Model Okumura, cocok untuk daerah urban dan sub-urban
2. Model Hata cocok untuk daerah urban, sub-urban dan rural, frekuensi pembawa antara 150-1500 Mhz.
3. Model Okumura-Hata adalah pengembangan dari model Hata dan Okumura, cocok dengan frekuensi pembawa antara 1500-2000 Mhz, tinggi antenna 30-200 meter, tinggi *mobile station* 1-20 m dan jarak antara antenna dan *mobile station* 1-20 kilometer.

Dengan model propagasi ini, akan didapatkan rugi-rugi lintasan antara pengirim dan penerima yang terlihat pada anggaran daya.

2.5 Anggaran Daya

Daerah cakupan (*coverage area*) sel didefinisikan sebagai luasan daerah yang dapat menerima sinyal dengan kualitas yang cukup untuk melakukan komunikasi. Daerah cakupan ini ditentukan oleh kekuatan sinyal yang diterima MS.

Dalam perencanaannya sel diusahakan untuk selalu seimbang antara daya yang dipancarkan untuk *uplink* (MS ke BS) dan *downlink* (BS ke MS) agar interferensi yang terjadi minimal. Dalam sistem seluler berlaku bahwa level sinyal yang diterima MS sama dengan level sinyal yang diterima BS. Dengan demikian rugi-rugi lintasan yang terjadi antara *uplink* dan *downlink* juga sama, sehingga perencanaan jari-jari dari hasil rugi-rugi lintasan tersebut juga sama. Apabila terjadi ketidakseimbangan antara level daya sinyal *uplink* dan *downlink*, level yang digunakan untuk penentuan jari-jari sel adalah *uplink*. Tetapi dalam memprediksi *coverage* pada simulasi ini perhitungan *downlink* yang dipakai.

Adapun parameter yang digunakan untuk anggaran daya adalah sebagai berikut :

1. Daya pancar (P_m , P_b); level daya pancar ini berlaku untuk MS maupun BTS. Untuk kelas-kelas level daya GSM 900 dan DCS 1800 menurut standar ETSI yang dapat dilihat di lampiran 3.
2. Penguatan antenna (G_m , G_b); penguatan antenna baik pada MS maupun BTS menentukan kesetimbangan daya. Adapun penguatan antenna MS berkisar 2 dBi dan antenna BTS sekitar 18 dBi – 21 dBi.
3. Penguatan peragaman (G_d); penguatan ini ada apabila BTS menggunakan peragaman baik

peragamaan waktu, ruang, maupun frekuensi sehingga sistem dapat mentoleransi sinyal yang lebih lemah. Penguatan ini berpengaruh terhadap level daya sinyal *uplink*.

4. Sensitivitas penerimaan; sensitivitas adalah level sinyal minimum yang dapat diterima dan tetap dapat dimodulasi dengan kualitas yang memadai. Baik MS (S_m) dan BTS (S_b) mempunyai level sensitivitas yang telah di standarkan oleh ETSI.
5. Rugi-rugi komponen (L_d , L_j , L_{tf}); rugi-rugi ini dapat berupa rugi pendupleks (L_d) yang diakibatkan perangkat pendupleks *uplink* dan *downlink*, rugi filter (L_{tf}) akibat pemakaian penfilter sinyal (*downlink*), dan rugi *feeder* (L_f) yaitu rugi-rugi akibat penggunaan kabel penghubung antena dengan perangkat BTS.
6. Rugi-rugi body (L_b), yaitu rugi-rugi yang diakibatkan penghalangan sinyal dengan kontak badan pemakai MS. (Standar ETSI 6 dB)
7. Cadangan pudaran (*fading margin/sfm*), yaitu perhitungan pudaran jamak yang diakibatkan oleh pergerakan MS.

Persamaan umum untuk anggaran daya ini adalah :

$$L_{pu} = P_m + G_m + G_b + G_d - L_d - L_j - S_b - sfm - L_b$$

$$L_{pd} = P_b + G_m + G_b - L_d - L_j - S_m - L_{tf} - sfm - L_b$$

3 GAMBARAN UMUM OBJEK PENELITIAN DAN HASIL

3.1. Sekilas Tentang Kota Palembang

Kota Palembang adalah ibukota dari pada propinsi Sumatera Selatan yang mempunyai luas wilayah 400.61 km² dengan jumlah penduduk 1.405.720 jiwa, yang berarti setiap km² dihuni oleh 3.509 jiwa. Kota Palembang dibelah oleh Sungai Musi menjadi dua daerah, yaitu seberang Ilir dan Seberang Ulu. Sungai Musi ini bermuara ke Selat Bangka dengan jarak ±105 Km. Oleh karena itu, perilaku air laut sangat berpengaruh yang dapat dilihat dari adanya pasang surut antara 3 – 5 meter.

Kota Palembang merupakan daerah tropis dengan angin lembab nisbi, suhu cukup panas antara 23, 4 °C- 31,7 °C dengan curah hujan terbanyak pada bulan April sebanyak 338 mm, minimal pada bulan September dengan curah hujan 10 mm. Struktur tanah pada umumnya berlapis alluvial liat dan berpasir, terletak pada lapisan yang masih muda, banyak mengandung minyak bumi,

dan juga dikenal dengan nama LEMBAH PALEMBANG – JAMBI. Permukaan tanah relatif datar dengan tempat- tempat yang agak tinggi di bagian utara kota. Sebagian besar tanahnya selalu digenangi air pada saat atau sesudah hujan yang terus-menerus dengan ketinggian tanah permukaan rata-rata 12 m dari permukaan laut.

4 HASIL

4.1 Prosedur Perencanaan Jaringan

Prosedur perhitungan kebutuhan *bandwidth* untuk wilayah Kota Palembang terbagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah melakukan perhitungan kebutuhan *shared bandwidth* atau kebutuhan *bandwidth* untuk aplikasi data yang tidak sensitif terhadap *delay* seperti internet *browsing*. Perhitungan *shared bandwidth* dilakukan terhadap dua jenis pelanggan corporate dan pelanggan personal.

Tahap kedua adalah menentukan jumlah *base station* yang dibutuhkan berdasarkan besar *bandwidth* total. Tahap terakhir adalah menentukan lokasi *base station* berdasarkan kebutuhan *bandwidth* setiap daerah.

4.1.1. Prosedur Perhitungan Shared Bandwidth untuk Pelanggan Residensial

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kebutuhan *shared bandwidth* pelanggan residensial. Dalam (3.1) menentukan kebutuhan pelanggan residensial, terlebih dahulu harus diketahui jumlah penduduk (3.2) perkecamatan. Berdasarkan tabel 4.2 pada kota Palembang dalam angka (PDA) 2010 diketahui bahwa jumlah rata-rata anggota keluarga dalam satu rumah adalah empat orang, sehingga dengan membagi jumlah penduduk per kecamatan dengan empat orang, dapat diketahui jumlah rumah per kecamatan.

Parameter penting pada perhitungan *shared bandwidth* adalah *oversubscriber factor* (OSF). OSF merupakan perbandingan antara *bandwidth* yang tersedia dengan jumlah pelanggan yang akan menggunakan *bandwidth* tersebut. Sebagai contoh OSF 1:10 untuk *bandwidth* 1 Mbps berarti *bandwidth* 1 Mbps dialokasikan untuk 10 orang. Jika hanya ada 1 orang yang mengakses, maka *bandwidth* yang diperoleh adalah 1 Mbps, namun jika 10 orang tersebut mengakses secara bersamaan, *bandwidth* yang diperoleh tiap orang adalah 0,1 Mbps.

Asumsi yang digunakan adalah:

- Persentase rumah yang berlangganan WiMAX dibagi kedalam tiga kelompok sebagai berikut :

- Pada wilayah perumahan kelas atas, jumlah pelanggan WiMAX 15% dari total rumah diwilayah tersebut
- Pada wilayah perumahan kelas menengah, jumlah pelanggan WiMAX 10% dari total rumah diwilayah tersebut
- Pada wilayah perumahan kelas sederhana, jumlah pelanggan WiMAX 5% dari total rumah diwilayah tersebut
- Kecepatan akses yang dialokasikan oleh provider adalah 384 kbps per rumah
- OSF 1:20

4.1.2 Prosedur Perhitungan *Shared bandwidth* untuk Pelanggan *Corporate*

Perhitungan untuk menentukan kebutuhan *bandwidth* pelanggan *corporate* bertujuan untuk mengakomodasi kebutuhan masyarakat Kota Palembang yang berkegiatan di wilayah padat aktifitas.

Dalam menentukan kebutuhan pelanggan *corporate*, asumsi yang digunakan adalah:

- Lebar gedung perkantoran 50 m, lebar gedung industri 100m
- Persentase ruas jalan yang difungsikan sebagai gedung perkantoran adalah 80% diwilayah segitiga emas dan 50% dijalan raya lainnya
- Jalan yang termasuk dalam wilayah segitiga emas adalah Jl. Sudirman, dan Jl. Kapten A. Rivai
- Pelanggan WiMAX berjumlah 25% dari kantor
- Di wilayah segitiga emas, rata-rata dalam satu gedung terdapat perusahaan dan setiap perusahaan dialokasikan 2 Mbps sehingga total kecepatan akses yang dialokasikan oleh provider untuk suatu gedung yang berada di wilayah segitiga emas adalah 30 Mbps
- Kecepatan akses yang dialokasikan oleh provider untuk kantor yang berada dijalan raya lainnya adalah 10 Mbps per gedung
- Kecepatan akses yang dialokasikan oleh provider untuk bangunan yang berada di wilayah industri adalah 5 Mbps pergedung

4.1.3 Prosedur Perhitungan *Shared Bandwidth* untuk Pelanggan *Personal*

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kebutuhan *shared Bandwidth* pelanggan personal di wilayah pemukiman dan pelanggan personal yang berada dijalan padat aktivitas. Dalam perhitungan ini diasumsikan

bahwa pelanggan personal adalah pelanggan yang menggunakan fasilitas WiMAX melalui *handset*.

Dalam menentukan kebutuhan pelanggan personal, yang harus diketahui adalah total potensi pengguna. Kelompok usia yang berpotensi menggunakan WiMAX adalah kelompok usia 15 – 44 tahun, yaitu pelajar SMA, Mahasiswa dan Pekerja. Persentase penduduk yang berpotensi menggunakan WiMAX berusia 15 sampai 44 tahun dikurangi dengan penduduk usia produktif yang tidak bekerja kemudian dibagi dengan jumlah penduduk kota Palembang.

Berdasarkan data distribusi penduduk golongan umur, jumlah penduduk berusia 15 sampai 44 tahun adalah 733221 orang dan jumlah penduduk Kota Palembang seluruhnya adalah 1451059 orang. Sedangkan berdasarkan data distribusi penduduk golongan umur penduduk yang tidak bekerja berjumlah 125280 orang.

Potensi pengguna WiMAX = $\frac{\text{Penduduk usia produktif} - \text{penduduk non produktif}}{\text{Jumlah penduduk}}$

$$\begin{aligned} \text{Kota Palembang seluruhnya} &= \frac{733221 - 125280}{1451059} \\ &= 0.42 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa potensi pengguna WiMAX di wilayah Kota Palembang adalah 42% dari total penduduk.

Asumsi yang digunakan adalah:

- Persentase penduduk yang berlangganan WiMAX dibagi kedalam tiga kelompok sebagai berikut:
 - Pada wilayah perumahan kelas atas, penduduk yang berlangganan WiMAX adalah 20% dari total potensi pengguna
 - Pada wilayah perumahan kelas menengah, penduduk yang berlangganan WiMAX adalah 10% dari total potensi pengguna
 - Pada wilayah perumahan sederhana, penduduk yang berlangganan WiMAX adalah 5% dari total potensi pengguna
- Kecepatan akses yang dialokasikan oleh provider adalah 256 kbps per orang

4.1.4. Prosedur Perhitungan Jumlah *Base Station*

Metode perhitungan kebutuhan jumlah *base station* terdiri dari dua jenis, yaitu berdasarkan *coverage* dan berdasarkan kapasitas. Penentuan jumlah *base station* berdasarkan *coverage* dihitung menggunakan persamaan Erceg. Dengan menggunakan formula Erceg, jarak jangkauan suatu *base station* dapat diketahui. Jarak jangkauan tersebut

digunakan untuk menghitung luas sel. Jumlah *base station* yang diperlukan adalah luas wilayah Kota Palembang dibagi dengan luas sel.

Parameter yang digunakan adalah

- Frekuensi 2,3 GHz
- Tinggi *base station* 32 m untuk *terrain A* dan 50 m untuk *terrain B*
- Tinggi antena penerima 1,5 m

Perhitungan kebutuhan jumlah *base station* berdasarkan kapasitas dilakukan dengan menjumlahkan kebutuhan *shared bandwidth* dan *bandwidth* kanal, kemudian membaginya dengan *bandwidth* yang dapat dilayani oleh *base station*.

Asumsi yang digunakan:

- Alokasi *bandwidth* yang digunakan adalah 90 MHz
- Satu *cluster* terdiri dari tiga sel
- Sekema pembagian sel yang digunakan adalah suatu sel terdiri tiga sektor dengan *bandwidth* per sektor 10 MHz
- *Throughput* per 10 MHz *bandwidth* adalah 30 Mbps

4.2. Penentuan Lokasi Base Station

Penentuan lokasi *base station* disesuaikan dengan kebutuhan *bandwidth* disetiap kecamatan dan jalan padat aktivitas. Dengan luasnya wilayah kota Palembang yang masih banyak di lingkupi rawa, maka penulis mengasumsikan bahwa penentuan lokasi Base Station akan diletakkan di daerah padat aktifitas dan daerah keramaian.

5 PEMBAHASAN

5.1 Kebutuhan Shared Bandwidth Pelanggan Residensial

Berdasarkan asumsi yang telah dibahas pada bab 4, jumlah pelanggan residensial dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\frac{\text{jumlah pelanggan residensial}}{\text{jumlah penduduk}} = \frac{\text{jumlah penduduk}}{4} \times \text{persentase pelanggan}$$

Sedangkan kebutuhan *shared bandwidth* pelanggan residensial dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{bandwidth (Mbps)} = \text{jumlah pelanggan residensial} \times \frac{384}{1024} (\text{Mbps}) \times \frac{1}{20}$$

Sebagai contoh perhitungan, digunakan kecamatan ilir barat II dengan jumlah penduduk 67560 orang. Kecamatan Ilir Barat II terdiri dari rumah-rumah mewah sehingga diasumsikan persentase pelanggannya sebesar 15% dari total rumah di kecamatan tersebut.

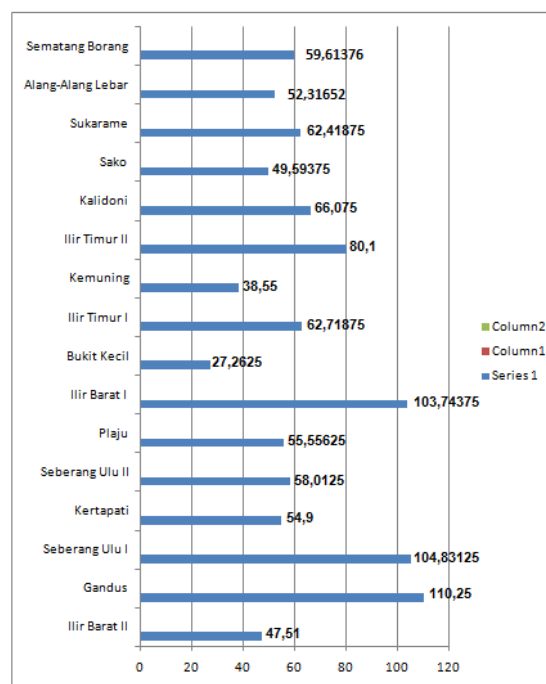
$$\text{jumlah pelanggan residensial} = \frac{67560}{4} \times 0,15 = 2534 \text{ rumah}$$

Sehingga *shared bandwidth* yang dibutuhkan kecamatan Ilir Barat II adalah

$$\text{bandwidth (Mbps)} = 2534 \times \frac{384}{1024} (\text{Mbps}) \times \frac{1}{20} = 47,51 \text{ Mbps}$$

Data *bandwidth* yang dibutuhkan untuk pelanggan residensial dikecamatan lainnya dapat dilihat pada grafik berikut.

Grafik 5.1 Kebutuhan Shared Bandwidth Pelanggan Residensial per Kecamatan



Dari grafik di atas diketahui bahwa total *shared bandwidth* pelanggan residensial adalah 204,082,53 Mbps.

5.2 Kebutuhan Shared Bandwidth Pelanggan Corporate

Berdasarkan asumsi yang telah dibahas pada bab 4, jumlah pelanggan *corporate* dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{jumlah pelanggan corporate} = \frac{\text{panjang jalan} \times \text{persentase kantor per jalan} \times 2}{\text{Lebar kantor}} \times \text{persentase pelanggan}$$

Pada persamaan di atas terdapat pengali dua karena gedung berada di kedua sisi jalan. Setelah mengetahui jumlah pelanggan *corporate*, kebutuhan *shared bandwidth* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Bandwidth (Mbps)} = \text{jumlah pelanggan corporate} \times \frac{1}{10}$$

Sebagai contoh perhitungan, digunakan Jalan Jendral Sudirman yang termasuk dalam kawasan segitiga emas. Di kawasan ini, persentase jalan yang digunakan sebagai gedung perkantoran adalah 80% dari keseluruhan dari keseluruhan jalan tersebut. Selain itu juga diasumsikan satu gedung terdiri dari 15 ruangan dan setiap ruangan membutuhkan 2 Mbps, maka total *bandwidth* yang dibutuhkan per gedung adalah 30 Mbps.

$$\begin{aligned} \text{jumlah pelanggan corporate} \\ &= \frac{4020 \times 0,8 \times 2}{70} \times 0,25 \\ &= 23 \text{ Gedung} \end{aligned}$$

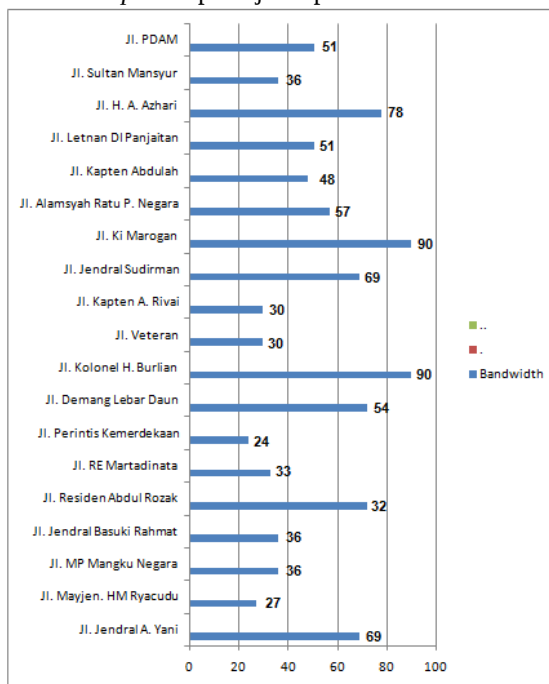
Shared bandwidth yang dibutuhkan di kecamatan Jalan Jendral Sudirman adalah

$$\text{Bandwidth (Mbps)} = 23 \times 30 \times \frac{1}{10} =$$

69 Mbps

Data *bandwidth* yang dibutuhkan untuk pelanggan *corporate* di jalan lainnya dapat dilihat pada grafik berikut.

Grafik 5.2 Kebutuhan *Shared Bandwidth* Pelanggan *corporate* pada jalan padat aktivitas



Dari grafik di atas diketahui bahwa total *shared bandwidth* pelanggan *corporate* adalah 941 Mbps.

5.3. Kebutuhan *Shared Bandwidth* Pelanggan Personal

Berdasarkan asumsi yang telah dibahas pada bab 4, jumlah pelanggan personal di wilayah

pemukiman dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{Jumlah pelanggan personal} = 0,62 \times \text{Jumlah penduduk} \times \text{persentase pelanggan}$$

Sedangkan kebutuhan *shared bandwidth* pelanggan personal dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Bandwidth (Mbps)}$$

$$= \text{jumlah pelanggan personal} \times \frac{256}{1024} \text{ Mbps} \times \frac{1}{30}$$

Sebagai contoh perhitungan digunakan kecamatan Ilir Timur I yang asumsikan bahwa jumlah penduduk yang berlangganan WiMAX sebesar 20% dari jumlah penduduk yang berpotensi menggunakan WiMAX.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pelanggan personal} &= 0,62 \times 89203 \times 0,2 \\ &= 11061 \text{ pelanggan} \end{aligned}$$

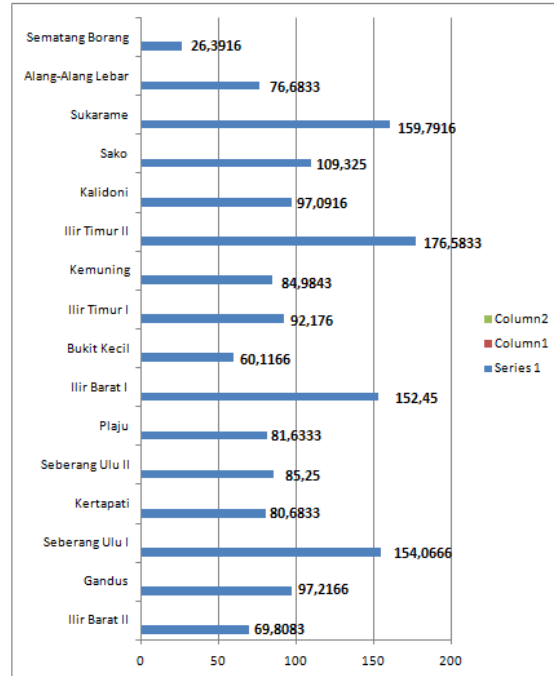
Sehingga *shared bandwidth* yang dibutuhkan kecamatan Ilir Timur I untuk pelanggan personal adalah

$$\text{Bandwidth (Mbps)}$$

$$\begin{aligned} &= 11061 \times \frac{256}{1024} \text{ (Mbps)} \times \frac{1}{30} \\ &= 92,17 \end{aligned}$$

Data *bandwidth* yang dibutuhkan untuk pelanggan personal di kecamatan lainnya dapat dilihat pada grafik berikut

Grafik 5.3 Kebutuhan *Shared Bandwidth* Pelanggan Personal di wilayah Pemukiman per kecamatan



Dari grafik di atas diketahui bahwa total *shared bandwidth* pelanggan personal di wilayah padat pemukiman adalah 1118,757 Mbps.

5.4. Perhitungan Jumlah Base Station Berdasarkan Coverage

Dalam melakukan perhitungan jumlah *base station* berdasarkan *coverage*, data yang harus dimiliki adalah luas wilayah kota Palembang dan luas sel yang dapat dilingkupi oleh sebuah *base station*. Untuk mengetahui luas sel, terlebih dahulu harus diketahui jarak jangkauan maksimum *base station*. Faktor penting dalam menentukan jarak jangkauan *base station* adalah nilai *path loss*. *Path loss* merupakan perbandingan antara daya pancar dengan daya terima. Suatu sinyal dapat diterima dengan baik jika disisi penerima, sinyal tersebut memenuhi nilai Signal to Noise Ratio (SNR) tertentu. Pada standar IEEE 802.16e, modulasi yang digunakan pada pinggir sel adalah QPSK. Untuk modulasi QPSK, SNR yang diperlukan adalah 3,39 dB.

Selain mengetahui SNR yang dibutuhkan, parameter lain yang perlu diketahui untuk menghitung nilai *path loss* adalah *link budget*. Parameter yang digunakan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut

Tabel 5.1 Parameter *Link Budget Downlink*

Base Station	
Daya output transmitter (PTx)	43 dBm
Gain antenna (GTx)	15 dBi
Loss transmitter (LTx)	0,7 dB
Mobile Station	
Gain receiver (GRx)	0 dBi
Receiver noise figure	7 dB
Thermal noise	-174 dBm/Hz
Margin	
Log normal fade margin	5,56 dB
Fast fading margin	2 dB
Interference margin	2 dB
Building penetration loss	10 dB

Berdasarkan parameter di atas, perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

Bandwidth satu carrier adalah 10 MHz, sehingga

$$\text{Thermal noise} = -174 + 10 \log_{10} (10 \cdot 10^6) = -104 \text{ dBm}$$

$$\text{SNR} = \text{PRx} - N$$

Dengan $\text{PRx} = \text{sensitivitas receiver}$

$N = \text{daya noise pada receiver}$

$$\text{PRx} = \text{SNR} + N = 3.49 + (-104 + 7) = -93.51 \text{ dBm}$$

$$\text{Total margin} = 5.56 + 2 + 2 + 10 = 19.56 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} \text{Path loss} &= \text{PTx} + \text{GTx} - \text{LTx} - \text{PRx} - \text{margin} \\ &= 57.3 - (-93.51) - 19.56 \\ &= 131.25 \text{ dB} \end{aligned}$$

Jarak jangkauan suatu *base station* dapat dihitung dengan persamaan Erceg. Persamaan tersebut dapat di modifikasi menjadi

$$d = d_0 \cdot 10^{\frac{PL - 20 \log \left(\frac{4\pi d_0 f}{c} \right) - 6 \log \frac{f}{1900} + 10.8 \log \frac{h_m}{2}}{10 \gamma}}$$

Model propagasi Erceg membagi suatu wilayah menjadi tiga tipe yaitu *terrain A* yang merupakan daerah perbukitan dengan densitas pepohonan tinggi, *terrain B* yang merupakan daerah perbukitan dengan densitas pepohonan yang jarang atau daerah datar dengan densitas pepohonan sedang, dan *terrain C* yang merupakan daerah datar dengan densitas pohon rendah. Pada perencanaan ini, wilayah kota Palembang dibagi menjadi *terrain A* yang merupakan daerah padat dengan gedung-gedung dan perkantoran yang tinggi dan *terrain B* yang mayoritas merupakan daerah pemukiman dan jarang terdapat gedung-gedung tinggi. Pembagian *terrain A* dan *terrain B* di wilayah kota Palembang dapat dilihat pada gambar berikut. Wilayah yang berada didalam kotak putih merupakan wilayah *terrain A*

Dengan menggunakan persamaan Erceg untuk menghitung *path loss exponent terrain A*, diperoleh

$$y = 4,6 - 0,0075.32 + \frac{12,6}{32} = 4,7538$$

Sehingga radius sel pada wilayah *terrain A* adalah

$$d = d_0 \cdot 10^{\frac{131,25 - 20 \log \left(\frac{4\pi \cdot 100 \cdot 2,3 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8} \right) - 6 \log \frac{2300}{1900} + 10,8 \log \frac{1,5}{2}}{10 \cdot 4,7538}} = 1112 \text{ m}$$

Dengan bentuk sel heksagonal, luas suatu sel pada wilayah *terrain A* adalah

$$L = \frac{3\sqrt{3}}{2} d^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} (1112)^2 = 8212635,55 \text{ m}^2$$

Luas wilayah *terrain A* adalah $250,38 \text{ km}^2$ sehingga kebutuhan base station pada wilayah *terrain A* adalah

$$\text{jumlah base station} = \frac{250,38}{8,21} = 30,48 =$$

30 base station

Dengan menggunakan persamaan (2.3) untuk menghitung *path loss exponent terrain* B, diperoleh

$$y = 4 - 0,0065.50 + \frac{17,1}{50} = 4,017$$

Sehingga jari-jari sel pada wilayah terrain B adalah

$$d = d_0.10^{\frac{131,25 - 20 \log\left(\frac{4\pi \cdot 100.2 \cdot 3 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8}\right) - 6 \log \frac{2300}{1900} + 10,8 \log \frac{1,5}{2}}{10,4,017}} = 1729 \text{ m}$$

Dengan bentuk sel heksagonal, luas suatu sel pada wilayah terrain B adalah

$$L = \frac{3\sqrt{3}}{2} (1729)^2 = 7766795,55 \text{ m}^2$$

Luas wilayah terrain B adalah $394,2725 \text{ km}^2$ sehingga kebutuhan base station pada wilayah terrain B adalah

$$\text{Jumlah base station} = \frac{150,23}{7,76} = 19,35 = 19 \text{ base station}$$

Berdasarkan jangkauan sel, jumlah base station yang dibutuhkan wilayah kota Palembang adalah 49 base station.

5.5 Perhitungan Jumlah Base Station Berdasarkan Kapasitas

Jumlah base station yang diperlukan untuk menangani kebutuhan shared bandwidth dan bandwidth voice di wilayah kota Palembang untuk estimasi waktu tiga tahun adalah.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah base station} &= \frac{\text{Bandwidth total}}{\text{bandwidth per sel}} \\ &= \frac{21527951}{90} = 24 \text{ sel} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diketahui bahwa jumlah base station yang dibutuhkan dari sisi coverage adalah 49 base station, sedangkan jumlah base station yang dibutuhkan dari sisi kapasitas adalah 24. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah base station yang harus digunakan pada penentuan lokasi base station adalah 49 base station supaya seluruh area terlingkupi. Jumlah base station 49 ini merupakan jumlah minimum karena syarat kebutuhan base station berdasarkan kapasitas pun tetap harus dipenuhi.

6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Total *shared bandwidth* yang diperlukan untuk melayani pelanggan WiMAX di wilayah Kota Palembang adalah 2152,792 Mbps dengan perincian sebagai berikut:

A. Kebutuhan *shared bandwidth* pelanggan residensial adalah 204,082,53 Mbps.

B. Kebutuhan *shared bandwidth* pelanggan corporate adalah 941 Mbps.

C. Kebutuhan *shared bandwidth* pelanggan personal adalah 1118,757 Mbps.

2. Jumlah base station yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan WiMAX di wilayah kota Palembang jika dihitung dari sisi kapasitas adalah 24 base station, sedangkan jumlah base station yang dibutuhkan jika dihitung dari sisi coverage adalah 49 base station.

6.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan survey lapangan untuk mengetahui kondisi real, terutama untuk penentuan lokasi base station. Selain itu, dalam memperhitungkan persentase pelanggan perlu dilakukan survey terhadap penduduk kota Palembang supaya diperoleh asumsi yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kota Palembang, Profil Kota Palembang, 2009
- Ditjen Postel Departemen Komunikasi dan Informasi, 2006.
- Gunawan Wibisono, Konsep Teknologi Seluler, Bandung Informatika 2008
- Stallings, W. *Data and Computer Communications*, Macmillan Publishing Company, 1985.
- Stallings, W. *Local Network*, Macmillan Publishing Company, 1985.
- Spewak, Steven. H., (1992), *Enterprise Architecture Planning (Developing a Blueprint for Data, Application and Technology)*, John Wiley & Sons, Inc.
- Tanenbaum, AS, *Computer Networks*, Prentise Hall, 1996
- V. Erceg, K.V.S. Hari, M.S. Smith, D.S. Baum et al, "Channel Models for Fixed Wireless Applications", Contribution IEEE 802.16.3c-01/29r1, Feb. 2001.

WiMAX Forum. "Fixed, nomadic, portable and mobile applications for 802.16-2004 and 802.16e WiMAX networks". November 2005.

<http://www.mastel.r.id/files/training->

[wimax/MASTEL%20](http://www.mastel.r.id/files/training-wimax/MASTEL%20)

[%20Training%20WiMAX.pdf](http://www.mastel.r.id/files/training-wimax/MASTEL%20Training%20WiMAX.pdf)

<http://pogotel.blogspot.com/2008/07/perbandingan->

[wirelesswifi-dan-wimax.html](http://pogotel.blogspot.com/2008/07/perbandingan-wirelesswifi-dan-wimax.html)

<http://ilkom.unsri.ac.id/deris>

<http://www.total.or.id/>

<http://id.wikipedia.org>

<http://www.kominfo.palembang.go.id/?nmodul=hal>

[aman&judul=kliping-pers-13-juli-2010](http://www.kominfo.palembang.go.id/?nmodul=halaman&judul=kliping-pers-13-juli-2010)

<http://www.d-cell.com/setyobudianto/paper/pcn.pdf>