

## Perencanaan Kebutuhan *Base Station* Jaringan Fixed WiMAX Berdasarkan *Demand Site*

**Nurwahidah Jamal, ST. MT**

Jurusan Teknik Elektronika  
Politeknik Negeri Balikpapan  
Jl. Soekarno Hatta KM.8 Balikpapan  
[idajamal05@gmail.com](mailto:idajamal05@gmail.com)

### Abstract

*This research is done to know the cell range and base station needs in specific area by using fixed WiMAX technology.*

*The planning is started with some of assumption as the initial data to do a calculation of growth and density of customer which is used to calculate the cell range and base station needs for voice services and data.*

*In this research, for 500.000 population in an area with 240 km<sup>2</sup> has taken the base station needs as 148 cell for the urban area with range of each cell is 0,98 km<sup>2</sup> and 63 cell for sub-urban area with the cell range of each cell is 1,53 km<sup>2</sup>.*

*Keywords : Fixed WiMAX, Demand Site, Urban, Sub-urban, Base Station.*

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui luas sel dan kebutuhan base station pada suatu wilayah tertentu dengan menggunakan teknologi fixed WiMAX.

Perencanaan diawali dengan beberapa asumsi-asumsi sebagai data awal untuk melakukan perhitungan pertumbuhan dan kepadatan pelanggan yang selanjutnya digunakan untuk menghitung luas sel dan kebutuhan base station untuk layanan voice dan data.

Pada penelitian ini untuk total populasi 500.000 jiwa pada suatu wilayah seluas 240 km<sup>2</sup> diperoleh kebutuhan base station sebanyak 148 sel untuk wilayah urban dengan luas masing-masing sel adalah 0,98 km<sup>2</sup> dan 63 sel untuk wilayah sub-urban dengan luas sel masing-masing sel adalah 1,53 km<sup>2</sup>.

Kata kunci : Fixed WiMAX, Demand Site, Urban, Sub-urban, Base Station.

## 1. Pendahuluan

WiMAX adalah singkatan dari *Worldwide Interoperability for Microwave Access*, merupakan teknologi akses nirkabel pita lebar (*broadband wireless access* atau disingkat BWA) yang memiliki kecepatan akses yang tinggi dengan jangkauan yang luas, menerapkan QoS serta memiliki kemampuan *Line of Sight* (LOS) dan *Non Line of Sight* (NLOS). WiMAX merupakan evolusi dari teknologi BWA sebelumnya dengan fitur-fitur yang lebih menarik.

Disamping kecepatan data yang tinggi mampu diberikan, WiMAX juga

merupakan teknologi dengan open standar. Dalam arti komunikasi perangkat WiMAX antara beberapa vendor yang berbeda tetap dapat dilakukan (tidak *proprietary*). Dengan kecepatan akses yang tinggi, WiMAX layak diaplikasikan untuk *last mile broadband connections, backhaul*, dan *high speed enterprise*.

Berdasarkan mekanisme aksesnya, sistem WiMAX dibedakan atas *fixed access, nomadic access, portability, simple mobility, dan full mobility*.

Aplikasi yang dilakukan user senantiasa berkembang. Aplikasi yang ada tidak hanya dilakukan oleh user

yang bersifat *fixed*, namun telah berkembang menjadi *nomadic*, bahkan *mobile*. Hal ini tentu hanya dapat dilakukan oleh teknologi yang didesain untuk dapat bekerja baik dalam lingkungan yang *fixed*, *nomadic*, maupun *mobile*. WiMAX didesain untuk dapat bekerja meng-cover berbagai kondisi *user* tersebut dengan tetap menjaga *QoS* bagi *user*.

## 2. Metode Penelitian

Bentuk penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kajian referensi; 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 serta melakukan beberapa asumsi sebagai data awal untuk merencanakan luas sel dan kebutuhan base station, perencanaan luas sel dan kebutuhannya base station dilakukan dengan perumusan tahapan-tahapan yang diperlukan. Diawali dengan beberapa asumsi-asumsi sebagai data awal yang selanjutnya menjadi acuan untuk perhitungan matematis untuk menentukan jumlah sel, coverage, dan kebutuhan *base station*.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini diawali dengan beberapa asumsi-asumsi antara lain jumlah populasi sebanyak 500.000 jiwa dengan luas wilayah 240 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 60% Urban dan 40% Sub-urban. Profil potensi pasar yang ada dari hasil survey adalah sebagai berikut; dari total populasi, 72 % merupakan kriteria yang bisa dikatakan memiliki cukup umur dan 90% yang cukup potensial dari segi pendapatan untuk menjadi pelanggan WiMAX dan 80% yang memiliki ketertarikan terhadap layanan

WiMAX yang ditawarkan. Dari data competitor, pertumbuhan penetrasi pelanggan bisa mencapai 75% per tahun dengan strategi marketing yang tepat. Diproyeksikan trafik rata-rata gabungan voice dan data yang dihasilkan per user pada BCH (Busiest Call Hour) rata-rata 45 mEr/user pada tahun awal, dan mengalami pertumbuhan rata-rata 12% per tahun.

Tahapan berikutnya setelah ditentukan beberapa asumsi-asumsi adalah persiapan mencakup keseluruhan pekerjaan meliputi pemilihan teknologi yaitu Fixed WiMAX dengan spesifikasi :

Frekuensi kerja	: 2,3 GHz
Bandwidth layanan	: 5 MHz
Kecepatan voice	: 12,2 Kbps
Kecepatan data	: 144 Kbps
Pemodelan propagasi	: Stanford University Interm (SUI)

Dari asumsi-asumsi yang ditetapkan diperoleh data awal sebagai berikut :

- Total populasi 500.000 jiwa
- Luas wilayah 240 km<sup>2</sup>
- Daerah *Urban* ; 144 km<sup>2</sup>
- Daerah *Sub-urban* ; 96 km<sup>2</sup>
- Addressable Market* = 324.000 jiwa
- Potensial Demand of Population* = 259.000 jiwa
- Diasumsikan pada kondisi awal pasar yang dapat diraih hanya 10% dan akan mengalami pertumbuhan setiap tahunnya.

*Potensial Demand* pada tahun pertama adalah :

$$\rightarrow 10\% \times 259.000 \text{ jiwa} = 25.920 \text{ jiwa}$$

- Dari potensial *demand* pada tahun pertama diasumsikan 80% berada pada wilayah *urban* dan sisanya sebesar 20% berada pada wilayah *sub-urban*.

Wilayah *Urban* :

$$\rightarrow 80\% \times 25.920 = 20.736 \text{ jiwa}$$

Wilayah *Sub-urban* :

$$\rightarrow 20\% \times 25.920 = 5.184 \text{ jiwa}$$

**Wilayah Urban**

**a. Perhitungan Estimasi Jumlah Pelanggan**

$$P_n = P_0(1 + f_p)^n \dots \dots \dots (1)$$

Dimana,

$P_0$  = jumlah user saat perencanaan

$f_p$  = faktor pertumbuhan pelanggan

$n$  = jumlah tahun prediksi

Dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh data jumlah pelanggan pada tahun ke n seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah pelanggan tahun ke n

Tahun	Pertumbuhan Pelanggan	Jumlah Pelanggan
2010	20%	20,736
2011	20%	24,883
2012	30%	35,044
2013	45%	63,216
2014	50%	104,976
2015	50%	157,464

**b. Perhitungan Kepadatan Pelanggan**

Untuk menentukan kepadatan pelanggan digunakan persamaan :

$$\text{Kepadatan user} = \frac{\text{jumlah pelanggan}}{\text{luas wilayah}} \dots \dots (2)$$

Dengan menggunakan persamaan (2) diperoleh data kepadatan pelanggan pada tahun tahun ke n seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kepadatan pelanggan.

Tahun	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Pelanggan	Kepadatan Pelanggan/Km <sup>2</sup>
2010	144	20,736	144
2011	144	24,883	173
2012	144	35,044	243
2013	144	63,216	439
2014	144	104,976	729
2015	144	157,464	1,094

**a. Estimasi Kebutuhan Trafik :**

Layanan *Voice*: 50 % dari total trafik (12,2 kbps)

*Data* : 50 % dari total trafik (144 Kbps)

Trafik yang di-generate user sebesar 45 mE dan mengalami pertumbuhan sebesar 12 % tiap tahun. Data inilah yang digunakan untuk menghitung *Busy Hour Call Attemp (BHCA)* dengan persamaan :

$$BHCA = \frac{\text{Trafik /user}}{\text{durasi panggilan}} \dots \dots \dots (3)$$

Asumsi rata-rata jumlah durasi panggilan untuk *voice* adalah 2 menit sedangkan untuk data adalah 20 menit sehingga diperoleh data BHCA

Tabel 3. BHCA Voice dan Data

Layanan	BCHA	Presentasi	Call durasi	BCH	Pertumbuhan
Voice	2.7	50%	2 menit	45 mErlang	12%
Data	0.27	50%	20 menit	45 mErlang	12%

**b. Perhitungan Offered Bit Quantity (OBQ)**

Perhitungan OBQ dapat dirumuskan pada persamaan di bawah ini

$$OBQ = \frac{\sigma \times \rho \times \text{call duration} \times BHCA \times BW}{3600} \dots (4)$$

Dimana :

$\sigma$  : kepadatan pelanggan potensial dalam suatu daerah (user/km<sup>2</sup>)

$\rho$  : penetrasi pengguna tiap layanan

$d$  : lama panggilan efektif [s]

BHCA : *Busy Hour Call Attemp* [call/s]

BW : *bandwidth* tiap layanan [Kbps]

Dengan menggunakan persamaan (4) diperoleh data OBQ *voice* dan data pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. *Offered Bit Quantity* untuk Voice

Tahun	OBQ	Kapadatan Pelanggan (σ)	Penetrasi (ρ)	Lama Panggilan	BHCA	BW
2010	55.34	144	0.7	60	2.7	12.2
2011	74.38	173	0.7	60	3.024	12.2
2012	117.32	243	0.7	60	3.387	12.2
2013	237	439	0.7	60	3.793	12.2
2014	440.78	729	0.7	60	4.248	12.2
2015	740.54	1,094	0.7	60	4.758	12.2

Tabel 5. *Offered Bit Quantity (OBQ)* untuk Data

Tahun	OBQ	Kapadatan Pelanggan (σ)	Penetrasi (ρ)	Lama Panggilan	BHCA	BW
2010	279.94	144	0.3	600	0.27	144
2011	376.23	173	0.3	600	0.302	144
2012	593.45	243	0.3	600	0.339	144
2013	1,198.99	439	0.3	600	0.379	144
2014	2,229.95	729	0.3	600	0.425	144
2015	3,344.93	1,094	0.3	600	0.425	144

Tabel 6. Rata-rata *Offered Bit Quantity (OBQ)* Voice dan Data

Layanan	Σ OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> ) tahun ke n					
	0	1	2	3	4	5
Voice	55.34	74.38	117.32	237	440.78	740.54
Data	279.94	376.23	593.45	1,198.99	2,229.95	3,344.93
Rata-rata OBQ	167.64	225.3	355.38	718	1,335.37	2,042.74

**c. Perhitungan Luas Cakupan Sel**

Luas cakupan satu sel  

$$= \frac{\text{Kapasitas informasi tiap sel}}{\text{Offered bit quantity (OBQ)}} \dots \dots \dots (5)$$

Dengan menggunakan persamaan (5) diperoleh data luas cakupan sel pada Tabel 7.

Tabel 7. Luas cakupan sel.

Tahun	Luas Cakupan Sel (Km2)	Kapasitas Informasi tiap sel	OBQ
2010	11.93	2000	167.64
2011	8.88	2000	225.3
2012	5.63	2000	355.38
2013	2.79	2000	718
2014	1.5	2000	1,335.37
2015	0.98	2000	2,042.74

**d. Perhitungan Jumlah Sel**

Jumlah sel yang diperlukan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

Jumlah sel  

$$= \frac{\text{Luas Area Pelayanan}}{\text{Luas Cakupan Sel UMTS}} \dots (6)$$

Dengan menggunakan persamaan (6) diperoleh data jumlah sel pada Tabel 8.

Tabel 8. Jumlah sel

Tahun	Jumlah Sel (Km2)	Luas area urban (Km2)	Luas cakupan satu sel (Km2)
2010	12	144	11.93
2011	16	144	8.88
2012	26	144	5.63
2013	52	144	2.79
2014	96	144	1.5
2015	147	144	0.98

**e. Perhitungan Radius Sel**

Luas dari cakupan sel yang diinginkan berbentuk hexagonal ditentukan dengan persamaan di bawah ini :

$$\text{Luas Sel} = 2,6 \times r^2 \dots \dots \dots (7)$$

$$R = \sqrt{\frac{\text{Luas sel}}{2,6}}, r = \text{radius sel}$$

Dengan menggunakan persamaan 7 diperoleh data radius sel pada Table 9

Tabel 9. Radius sel

Tahun	Radius Sel (Km)	Luas Sel (Km2)
2010	2.14	11.93
2011	1.85	8.88
2012	1.47	5.63
2013	1.04	2.79
2014	0.76	1.5
2015	0.61	0.98

**Wilayah Sub-urban**

Data pada wilayah sub-urban dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1) s/d persamaan (7).

Tabel 10. Jumlah pelanggan tahun ke n

Tahun	Pertumbuhan Pelanggan	Jumlah Pelanggan
2010	20%	5,184
2011	20%	6,221
2012	30%	8,761
2013	45%	15,804
2014	50%	26,244
2015	50%	39,366

Tabel 11. Kepadatan pelanggan.

Tahun	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Pelanggan	Kepadatan User/Km <sup>2</sup>
2010	96	5,184	54
2011	96	6,221	65
2012	96	8,761	91
2013	96	15,804	165
2014	96	26,244	273
2015	96	39,366	410

Tabel 12. BHCA Voice dan Data

Layanan	BCHA	Presentasi Layanan	Call durasi	BCH	Pertumbuhan BCH
Voice	1.929	70%	2 menit	45 mErlang	12%
Data	0.45	30%	20 menit	45 mErlang	12%

Tabel 13. Offered Bit Quantity (OBQ) untuk Voice

Tahun	OBQ	Kapadatan Pelanggan (σ)	Penetrasi (ρ)	Call duration	BHCA	BW
2010	55.34	144	0.7	60	2.7	12.2
2011	74.38	173	0.7	60	3.024	12.2
2012	117.32	243	0.7	60	3.387	12.2
2013	237	439	0.7	60	3.793	12.2
2014	440.78	729	0.7	60	4.248	12.2
2015	740.54	1,094	0.7	60	4.758	12.2

Tabel 14. Offered Bit Quantity (OBQ) untuk Data

Tahun	OBQ	Kapadatan Pelanggan (σ)	Penetrasi (ρ)	Call duration	BHCA	BW
2010	279.94	144	0.3	600	0.27	144
2011	376.23	173	0.3	600	0.302	144
2012	593.45	243	0.3	600	0.339	144
2013	1,198.99	439	0.3	600	0.379	144
2014	2,229.95	729	0.3	600	0.425	144
2015	3,344.93	1,094	0.3	600	0.425	144

Tabel 15. Rata-rata Offered Bit Quantity (OBQ) Voice dan Data

Layanan	Σ OBQ (Kbps/km <sup>2</sup> ) tahun ke n					
	0	1	2	3	4	5
Voice	14.82	27.89	43.99	88.88	165.29	277.7
Data	174.96	235.15	370.9	749.37	1,393.72	2,341.45
Rata-rata OBQ	94.89	131.52	207.45	419.12	779.51	1,309.58

Tabel 16. Luas cakupan sel.

Tahun	Luas Cakupan Sel (Km <sup>2</sup> )	Kapasitas Informasi tiap sel	OBQ
2010	21.08	2000	94.89
2011	15.21	2000	131.52
2012	9.64	2000	207.45
2013	4.77	2000	419.12
2014	2.57	2000	779.51
2015	1.53	2000	1,309.58

Tabel 17. Jumlah sel

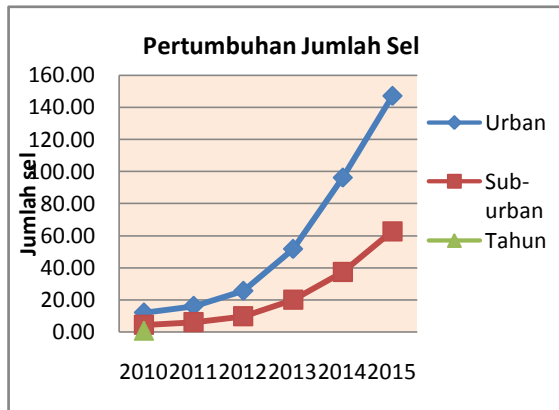
Tahun	Jumlah Sel	Luas wilayah suburban (Km <sup>2</sup> )	Luas cakupan satu sel (Km <sup>2</sup> )
2010	5	96	21.08
2011	6	96	15.21
2012	10	96	9.64
2013	20	96	4.77
2014	37	96	2.57
2015	63	96	1.53

Tabel 18. Radius sel

Tahun	Radius sel (km)	Luas sel (km <sup>2</sup> )
2010	2.85	21.08
2011	2.42	15.21
2012	1.93	9.64
2013	1.35	4.77
2014	0.99	2.57
2015	0.77	1.53

Tabel 19. Radius sel, jumlah sel, dan luas sel wilayah urban dan sub-urban

Tahun	Urban			Sub-urban		
	Radius sel (km)	Jumlah sel	Luas sel (km <sup>2</sup> )	Radius sel (km)	Jumlah sel	Luas sel (km <sup>2</sup> )
2010	2.14	12.07	11.93	2.85	4.55	21.08
2011	1.85	16.22	8.88	2.42	6.31	15.21
2012	1.47	25.59	5.63	1.93	9.96	9.64
2013	1.04	51.7	2.79	1.35	20.12	4.77
2014	0.76	96.15	1.5	0.99	37.42	2.57
2015	0.61	147.08	0.98	0.77	62.86	1.53



Pertumbuhan jumlah pelanggan untuk wilayah *urban* dan *sub-urban*

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa jumlah sel akan terus bertambah sesuai pertambahan jumlah pelanggan dan peningkatan trafik yang di-generate oleh user. Jika pelanggan dan trafik meningkat maka kapasitas sel akan meningkat sehingga wilayah cakupan sel akan semakin berkurang.

Berdasarkan perhitungan *demand side* terdapat perbedaan radius jangkauan layanan. Pada perancangan ini akan dipilih hasil rancangan berdasarkan *demand side* tahun ke-5, hal ini dikarenakan agar seluruh user dipastikan dapat terlayani. Karena apabila dilihat dari sisi pelanggan akan diketahui seberapa besar kebutuhannya sehingga perancangan akan lebih efektif dan kemungkinan terjadinya *blocking* akan lebih kecil.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisa data yang dilakukan maka pada penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Pertumbuhan kebutuhan jumlah sel setiap tahun mengalami peningkatan sebanding dengan peningkatan jumlah pelanggan.

2. Untuk layanan *voice* dan data pada tahun 2015 diperlukan jumlah sel sebanyak 148 sel untuk wilayah *urban* dengan luas masing-masing sel adalah  $0,98 \text{ km}^2$  dan 63 sel untuk wilayah *suburban* dengan luas sel masing-masing sel adalah  $1,53 \text{ km}^2$ .

#### 5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai perencanaan jumlah *base station* berdasarkan *power link budget* sebagai perbandingan untuk menentukan kebutuhan jumlah *base station*.

#### 6. Daftar Pustaka

IEEE standard for Local and metropolitan area networks. "Part 16 : *Air Interface for Broadband Wireless Access Systems*"

Jeffrey G. Andrews., Arunabha Ghosh., Rias Muhamed. "*Fundamentals of WiMAX Understanding Broadband Wireless Networking*"

T.S. Rappaport. "*Wireless Communication : Principles and Practice*" Second Edition. Prentice – Hall. 2002.

WiMAX Forum. *Fixed, Nomadic, Portable and Mobile Applications for 802.16-2004 and 802.16e WiMAX Networks*, November 2005.

Zerihun Abate. "*WiMAX RF Systems Engineering*", Artech