

BAB 2 PERENCANAAN CAKUPAN

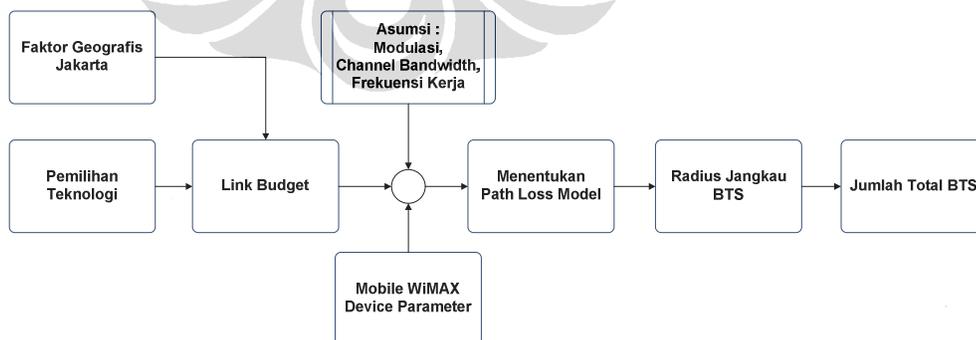
2.1 Perencanaan Cakupan.

Perencanaan cakupan adalah kegiatan dalam mendesain jaringan mobile WiMAX. Faktor utama yang dipertimbangkan dalam menentukan perencanaan jaringan berdasarkan cakupan adalah luas wilayah. Faktor lain yang berperan penting dalam perancangan luas cakupan mobile WiMAX adalah pemilihan teknologi karena setiap teknologi akan memiliki karakter dan desain sistem yang berbeda. Dengan mengetahui karakter dari teknologi tersebut maka dapat dilakukan perhitungan link budget di wilayah yang akan disasar.

Berdasarkan pembahasan di bab pendahuluan telah ditentukan bahwa teknologi yang akan digunakan dalam analisa kelayakan bisnis ini adalah teknologi mobile WiMAX. Sistem desain yang akan digunakan termasuk parameter yang ada di dalamnya akan menggunakan standardisasi IEEE 802.16e. Hasil akhir dari perencanaan coverage planning ini adalah mendapatkan jumlah BTS yang dibutuhkan untuk mencakupi seluruh wilayah DKI Jakarta.

2.2 Skema Diagram Perencanaan Cakupan.

Gambar 2.1 berikut akan menjelaskan tentang langkah – langkah perencanaan cakupan hingga pada akhir bab nanti akan didapat jumlah BTS yang dibutuhkan untuk mencakupi seluruh wilayah DKI Jakarta.



Gambar 2.1 Skema Diagram Perencanaan Cakupan.

Langkah perencanaan cakupan dimulai dengan mengamati karakteristik teknologi yang dipilih karena tiap teknologi memiliki karakter yang berbeda. Teknologi yang dipilih dalam Tesis ini adalah Mobile WiMAX dengan standarisasi IEEE 802.16e. Setelah mengetahui Teknologi dapat ditentukan Link Budget untuk untuk teknologi mobile WiMAX ini di wilayah DKI Jakarta.

Faktor geografis Jakarta juga memiliki andil dalam menentukan faktor-faktor perhitungan di dalam *Path Loss Model*. Dengan menggunakan path loss model dan input terhadap perhitungan seperti channel bandwidth, modulasi dan frekuensi kerja yang dipilih dapat dihitung jumlah link budget dari sebuah teknologi tersebut. Setelah diketahui link budgetnya maka digunakan sebagai input terhadap path loss model sehingga didapat jarak jangkauan setiap BTS. Dari jarak jangkauan tersebut akan didapat luas sel setiap BTS dan akhirnya didapat kebutuhan jumlah BTS tiap wilayah.

2.3 Faktor Geografis Jakarta.

Kota Jakarta merupakan dataran rendah dengan ketinggian rata-rata 7 meter di atas permukaan laut, terletak pada posisi $6^{\circ}12'$ lintang selatan dan $106^{\circ}48'$ bujur timur. Luas wilayah Provinsi DKI Jakarta berdasarkan Keputusan Gubernur Nomor 1227 tahun 1989, berupa daratan seluas $649,71 \text{ km}^2$ [6].

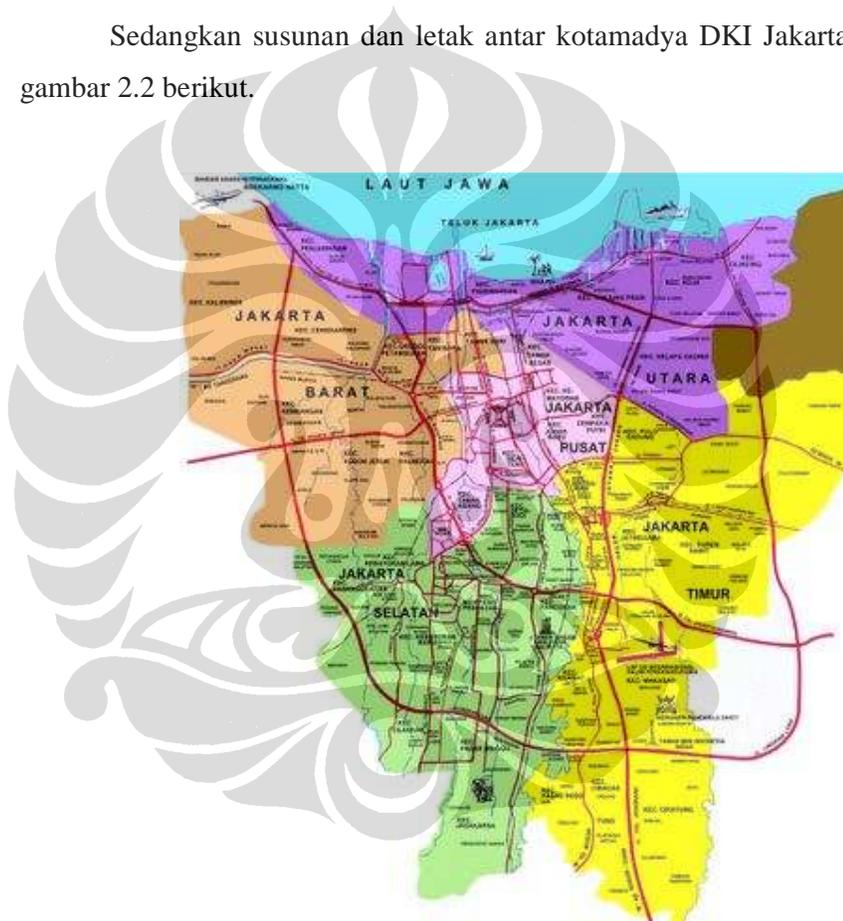
Di sebelah utara Jakarta, membentang pantai dari Barat sampai ke Timur sepanjang 35 km^2 , yang menjadi tempat bermuara 9 buah sungai dan 2 buah kanal. Di sebelah selatan dan timur berbatasan dengan wilayah Provinsi Jawa Barat (*Kota Depok, Kabupaten Bogor, Kota Bekasi dan Kabupaten Bekasi*), sebelah barat dengan Provinsi Banten (*Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang*), serta di sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa.

Tabel 2.1 berikut memperlihatkan luas wilayah tiap kotamadya di DKI Jakarta. Dengan mengetahui luas wilayah tiap kotamadya bisa dilihat angka kepadatan tiap kotamadya dan bisa memperkirakan kebutuhan BTS berdasar luas dari tiap kotamadya tersebut.

Tabel 2.1 Profile Daerah Tinjauan Provinsi DKI Jakarta [6]

No	AREA TINJAUAN	LUAS AREA (KM2)
1	Jakarta Pusat	47.90
2	Jakarta Utara	142.20
3	Jakarta Timur	187.73
4	Jakarta Selatan	145.73
5	Jakarta Barat	126.15
Jumlah		649.71

Sedangkan susunan dan letak antar kotamadya DKI Jakarta terlihat pada gambar 2.2 berikut.



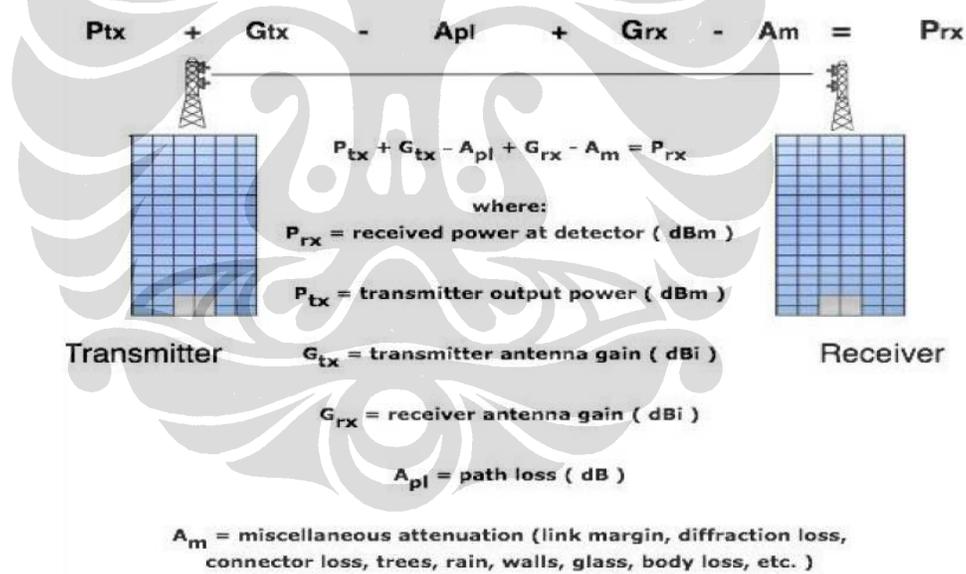
Gambar 2.2 Peta Wilayah DKI Jakarta

Wilayah administrasi Provinsi DKI Jakarta terbagi menjadi lima kota administrasi dengan luas wilayah masing-masing: Jakarta Selatan 145,73 Km², Jakarta Timur 187,73 Km², Jakarta Pusat 47,90 Km², Jakarta Barat 126,15 Km² dan Jakarta Utara 142,20 Km² (*luas daratan*).

2.4 Link Budget

Setelah mengetahui kondisi fisik dan geografis dari Wilayah DKI Jakarta langkah selanjutnya adalah menghitung link budget yang akan digunakan di DKI Jakarta.

Link budget adalah perhitungan dari semua gain dari pemancar dan terima setelah melalui redaman di berbagai media transmisi hingga akhirnya diterima oleh receiver di dalam sebuah sistem telekomunikasi. Link budget akan memperhitungkan besarnya redaman dari sinyal termasuk di dalamnya berbagai macam redaman propagasi yang dipancarkan selama proses propagasi berlangsung. Gambar 2.2 berikut menunjukkan ilustrasi link budget dan member gambaran tentang alur propagasi sinyal mulai dari sisi pengirim hingga ke sisi penerima.



Gambar 2.3 Ilustrasi Link Budget [7]

Dimana :

- P_{tx} = Sinyal pancar yang dikeluarkan oleh pengirim
- G_{tx} = Gain atau penguatan yang ada di sisi pengirim
- A_{pl} = Besarnya redaman yang terjadi selama proses propagasi

- Prx = Sinyal pancar yang sampai di penerima
- Grx = Gain atau penguatan sinyal di sisi penerima setelah melalui proses propagasi.

Secara umum dari ilustrasi gambar 2.3 maka perhitungan link budget bisa dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu kelompok perangkat pengirim dan penerima serta kelompok media propagasi.

2.4.1 Perangkat Pengirim dan Penerima.

2.4.1.1 Perangkat Pengirim.

Perangkat pengirim dalam teknologi mobile WiMAX dikenal sebagai BTS. Berfungsi mengirimkan sinyal dari BTS ke arah perangkat penerima Customer Premise Equipment (CPE). Sinyal yang dikirim ini disebut sebagai Down Link (DL) signal dan menerima sinyal balikan dari perangkat CPE. Sinyal balikan dari CPE ini disebut Up Load (UL) signal. Tabel 2.2 menunjukkan parameter mendasar yang ada dari tiap perangkat BTS mobile WiMAX.

Tabel 2.2 Parameter BTS Mobile WiMAX [7]

	Standard BS	BS with 2x2 MIMO
DL Tx Power	35 dBm	35 dBm
DL Tx Antenna Gain	16 dBi	16 dBi
Other DL Tx Gain	0 dB	9 dB
UL Rx Antenna Gain	16 dBi	16 dBi
Other UL Rx Gain	0 dB	3 dB
UL Rx Noise Figure	5 dB	5 dB

Sedangkan perangkat penerima dalam teknologi mobile WiMAX dikenal dengan istilah CPE. Perangkat ini berfungsi mengirimkan sinyal dari CPE ke arah Base Station (UL signal) dan menerima sinyal balikan dari perangkat Base Station (DL signal).

Tabel 2.3 Parameter Mobile CPE [7]

	Mobile CPE
UL Tx Power	35 dBm
UL Tx Antenna Gain	16 dBi
Other UL Tx Gain	0 dB
DL Rx Antenna Gain	16 dBi
Other DL Rx Gain	0 dB
DL Rx Noise Figure	5 dB

Di samping sinyal pengirim dan penerima ada faktor lain dari sisi perangkat yang mempengaruhi besarnya sinyal yang diterima yakni *noise figure*, *thermal noise*, *receiver SNR* dan *uplink subchanellization gain*.

a. *Noise Figure* adalah pengukuran dari degradasi *Signal to Noiser Ratio* (SNR) dikarenakan komponen-komponen yang ada pada RF signal chain. Nilai ini bisa didapatkan dari membandingkan sinyal noise keluaran dari perangkat.

b. *Thermal Noise* adalah noise yang timbul karena pengaruh suhu atau panas terhadap frekuensi yang digunakan. Thermal noise dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Thermal noise} = -174 + 10\log_{10}(\Delta f) \quad (2.1)$$

Dimana Δf adalah bandwidth yang digunakan dalam modulasi pengiriman sinyal.

c. *Receiver SNR*. Nilai receiver SNR sangat bergantung pada skema modulasi yang digunakan. Mobile WiMAX secara adaptif akan memilih skema penggunaan bergantung dari kondisi dan jarak dari pengguna terhadap BTS. Tabel 2.4 berikut akan menunjukkan angka sensitivitas receiver SNR berdasarkan skema modulasi yang digunakan.

Tabel 2.4 Parameter Skema Modulasi [7]

Skema Modulasi	SNR CTC (dB)
QPSK 1/2	2,5
QPSK 3/4	6,3
16 QAM 1/2	8,6
16 QAM 3/4	12,7

64 QAM 1/2	13,8
64 QAM 2/3	16,9
64 QAM 3/4	18

- d. *Uplink Subchanneling Gain* adalah penguatan yang terjadi di sisi uplink dikarenakan adanya pengiriman sinyal data menggunakan semua sinyal carrier secara simultan. Subchanneling gain untuk berbagai nilai bandwidth yang akan digunakan terlihat pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Subchanneling Gain [7]

Bandwidth	Subchanneling Gain (dB)
1,25 MHz	9
5 MHz	12
10 MHz	15
20 MHz	18

Dari Tabel 2.5 terlihat bahwa angka subchanneling gain akan meningkat seakan makin besarnya bandwidth yang digunakan.

2.4.2 Media Propagasi

Jarak dan halangan antar BTS dengan CPE menimbulkan berbagai redaman yang timbul karena berbagai faktor. Macam-macam redaman yang timbul di media propagasi antara BTS dan CPE terlihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.6 Asumsi Redaman Media Propagasi [8]

Parameter	Besaran	Satuan
Implementation Loss	2	dB
Interference Margin	2	dB
Penetration Loss	15	dB
Fade Margin	10	dB

Beberapa parameter lain yang digunakan dalam perhitungan link budget adalah :

- a. *Implementation loss* adalah redaman yang muncul karena adanya error yang tidak diharapkan saat proses instalasi berlangsung, baik itu muncul dari perangkat atau dari faktor manusia sebagai pelaku implementasi perangkat. Besarnya *implementation loss* yang digunakan adalah 2 dB.
- b. *Interference margin* adalah rugi-rugi akibat adanya interferensi co-channel saat pengembangan jaringan dengan frekuensi re-use. Sebagai dampaknya pelanggan yang berada di batas sektor akan mengalami penurunan dalam kualitas koneksi. Besarnya margin ini sekitar 2 dB.
- c. *Penetration Loss* adalah redaman yang muncul sebagai akibat adanya user yang berada di dalam gedung. Saat perangkat CPE digunakan di dalam gedung maka kualitas sinyal akan berkurang banyak. Batas toleransi redaman untuk kasus penggunaan di dalam gedung hingga angka 15 dB. Selebihnya akan mengganggu kualitas penerimaan.
- d. *Fade margin* adalah redaman yang muncul saat pengguna melintasi rerimbunan pohon atau berada di daerah pantulan. Hal ini juga akan berpengaruh pada kuat lemah sinyal yang diterima. Dalam model besarnya *fade margin* sebesar 10 dB.

Di samping itu juga ada koreksi terhadap area perancangan di mana mobile WiMAX diimplementasikan. Besarnya angka koreksi ini sangat bergantung dengan kepadatan di wilayahnya dan terlihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Urban Correction [7].

Tipe Daerah	Angka Koreksi (dB)
Rural	5
Sub Urban	0
Urban	-3
Dense Urban	-4

Melihat daerah permukaan dan topografi Jakarta maka diambil asumsi daerah Jakarta sebagai daerah urban yakni daerah yang cenderung datar, jumlah gedung relatif banyak dan masih terdapat daerah yang ditumbuhi pepohonan. Daerah urban memiliki angka koreksi sebesar 3 dB.

2.4.3 Penghitungan Link Budget

Link budget dari teknologi mobile WiMAX dipengaruhi oleh banyak faktor seperti dua kelompok di atas. Besarnya Down Load (DL) link budget dinyatakan dalam persamaan 2.2 berikut.

$$\begin{aligned}
 & \text{(DL link budget)} \\
 & = [(DL Tx Power) + (DL Tx Antenna Gain) + (Other DL Tx Gain) \\
 & + (DL Rx Antenna Gain) + (Other DL Rx Gain) + (Urban Correction) \\
 & - (Thermal Noise) - (Rx SNR) - (DL Rx Noise Figure) \\
 & - (Implementation Loss) - (Interference Margin) - (Fade Margin)]
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

Dimana :

DL Tx Power	= Daya pemancar DL	(Tabel 2.2)
DL Tx Antenna Gain	= Penguatan antenna pemancar DL	(Tabel 2.2)
Other DL Tx Gain	= Penguatan lain pemancar DL	(Tabel 2.2)
DL Rx Antenna Gain	= Penguatan antenna penerima DL	(Tabel 2.3)
Other DL Rx Gain	= Penguatan penerima lain DL	(Tabel 2.3)
Urban koreksi	= Faktor koreksi	(Tabel 2.7)
Thermal noise	= Persamaan 2.1	
Rx SNR	= Nilai receiver SNR	(Tabel 2.4)
DL Rx Noise Figure	= Noise figure perangkat penerima DL	(Tabel 2.3)
Implementation Loss	= Redaman implementasi	(Tabel 2.7)
Interference Margin	= Batas interferensi	(Tabel 2.7)
Fade Margin	= Batas fading	(Tabel 2.7)

Sedangkan besarnya Up Load (UL) link budget dinyatakan dan bisa dihitung dengan persamaan 2.3 berikut.

(UL link budget)

$$\begin{aligned}
 &= [(UL Tx Power) + (UL Tx Antenna Gain) + (Other UL Tx Gain) \\
 &+ (UL Rx Antenna Gain) + (Other UL Rx Gain) + (Urban Correction) \\
 &+ (Uplink Subchanneling Gain) - (Thermal Noise) - (Rx SNR) \\
 &- (UL Rx Noise Figure) - (Implementation Loss) - (Interference Margin) \\
 &- (Fade Margin)]
 \end{aligned}$$

(2.3)

Dimana :

UL Tx Power	= Daya pemancar UL	(Tabel 2.2)
UL Tx Antenna Gain	= Penguatan antenna pemancar UL	(Tabel 2.2)
Other UL Tx Gain	= Penguatan lain pemancar UL	(Tabel 2.2)
UL Rx Antenna Gain	= Penguatan antenna penerima UL	(Tabel 2.3)
Other UL Rx Gain	= Penguatan penerima lain UL	(Tabel 2.3)
Urban Correction	= Faktor koreksi	(Tabel 2.7)
Uplink Subchanneling Gain	= Penguatan subchanneling UL	(Tabel 2.5)
Thermal noise	= Persamaan 2.1	
Rx SNR	= Nilai receiver SNR	(Tabel 2.4)
UL Rx Noise Figure	= Noise figure perangkat penerima UL	(Tabel 2.3)
Implementation Loss	= Redaman implementasi	(Tabel 2.7)
Interference Margin	= Batas interferensi	(Tabel 2.7)
Fade Margin	= Batas fading	(Tabel 2.7)

Nilai parameter untuk DL link budget dan UL link budget masing – masing diberikan oleh Tabel 2.8 dan Tabel 2.9 berikut.

Tabel 2.8 Parameter DL Link Budget.

No	Parameter	Besaran	Satuan
1	DL Tx Power	35	dBm
2	DL Tx Antenna Gain	16	dBi
3	2x2 MIMO DL Tx Gain	9	dB
4	DL Rx Antenna Gain	6	dBi
5	Urban Correction	3	dB
6	DL Rx Noise Figure	6	dB

7	Implementation Loss	2	dB
8	Penetration Loss	15	dB
9	Interference Margin	2	dB
10	Fade Margin	10	dB
11	Thermal Noise	Bandwidth	
12	Rx SNR	Modulation Code	

Tabel 2.9 Parameter UL Link Budget.

No	Parameter	Besaran	Satuan
1	UL Tx Power	27	dBm
2	UL Tx Antenna Gain	3	dB
3	UL Rx Antenna Gain	16	dB
4	MIMO UL Rx Gain	3	dB
5	Urban Correction	3	dB
6	UL Rx Noise Figure	5	dB
7	Implementation Loss	2	dB
8	Penetration Loss	15	dB
9	Interference Margin	2	dB
10	Fade Margin	10	dB
11	Subchanneling Gain	Bandwidth (dB)	
12	Thermal Noise	Bandwidth	
13	Rx SNR	Modulation Code	

Besarnya DL dan UL link budget untuk berbagai jenis modulasi dan bandwidth masing-masing ditunjukkan pada Tabel 2.10 dan 2.11 berikut.

Tabel 2.10 DL Link Budget (dB)

Kode Modulasi		Bandwidth			
		1.25 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
QPSK	CTC 1/2	139,86	132,87	129,86	126,85
	CTC 3/4	136,06	129,07	126,06	123,05

16QAM	CTC 1/2	133,76	126,77	123,76	120,75
	CTC 3/4	129,66	122,67	119,66	116,65
64QAM	CTC 1/2	128,56	121,57	118,56	115,55
	CTC 2/3	125,46	118,47	115,46	112,45
	CTC 3/4	124,36	117,37	114,36	111,35

Tabel 2.11 UL Link Budget (dB)

Kode Modulasi		Bandwidth			
		1.25 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
QPSK	CTC 1/2	132,86	128,87	128,86	128,85
	CTC 3/4	129,06	125,07	125,06	125,05
16QAM	CTC 1/2	126,76	122,77	122,76	122,75
	CTC 3/4	122,66	118,67	118,66	118,65
64QAM	CTC 1/2	121,56	117,57	117,56	117,55
	CTC 2/3	118,46	114,47	114,46	114,45
	CTC 3/4	117,36	113,37	113,36	113,35

2.5 Path Loss Model.

Path Loss model yang digunakan untuk perhitungan jumlah besarnya radius pancar dari tiap base station adalah Erceg Models hal ini dikarenakan frekuensi yang digunakan oleh mobile WiMAX masih masuk dalam range kerja pemodelan Erceg yang berkisar antara $1.900 \text{ MHz} < f < 3.500 \text{ MHz}$ [9].

$$PL = A + 10 \cdot \gamma \cdot \log_{10}(d/d_0) + PL_f + PL_h + s \text{ dB} \quad (2.4)$$

$$A = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d_0 f}{c} \right) \quad (2.5)$$

Dimana:

$$d_0 = 100 \text{ m dan } d > d_0.$$

d = radius sell

$$f = 2,3 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$A = 20 \log_{10} \left(\frac{4 \times 3,14 \times 100 \times 2,3 \times 10^9}{3 \times 10^8} \right) \text{ dB} = 79,671 \text{ dB}$$

$$\gamma = (a - b \cdot hb + c / hb) \quad (2.6)$$

Dimana :

hb = tinggi perkiraan base station, rangenya berkisan antara 10m hingga 80m.

Tiga macam skenario propagasi

Terrain Type A: Kondisi berbukit dengan jumlah pepohonan sedang.

Terrain Type B: Kondisi path-loss menengah

Terrain Type C: Kondisi topografis dengan jumlah pohon sedikit

$hb = 30$ m

Tabel 2.12 Tabel skenario propagasi [8]

Model Parameter	Terrain Type A	Terrain Type B	Terrain Type C
a	4,6	4	3,6
b	0,0075	0,0065	0,005
c	12,6	17,1	20

Untuk type A :

$$\gamma = 4,6 - 0,0075 \times 30 + 12,6 / 30$$

$$\gamma = 4,795$$

Untuk type B :

$$\gamma = 4 - 0,0065 \times 30 + 17,1 / 30$$

$$\gamma = 4,375$$

$$\Delta PL_f = 6 \cdot \log_{10}(f / 1900) \text{ dB}$$

(2.7)

Keterangan :

“s” = log-normal shadow fading component in dB.

$$f = 2,3 \times 10^9 \text{ Hz} = 2300 \text{ MHz}$$

sehingga :

$$\Delta PL_f = 6 \log_{10}(2300 / 1900) = 0,5$$

$$\Delta PL_h = -10,8 \log_{10}(h / 2)$$

(2.8)

dimana:

f : frekuensi pembawa dalam MHz.

$$h = 2 \text{ m}$$

$$\Delta PL_h = 0 \text{ dB}$$

2.6 Radius Jangkau BTS

Dari path loss model yang digunakan dan parameter-parameter yang telah dihitung di atas untuk frekuensi 2,3 GHz didapatkan radius jangkau dari BTS. Angkanya didapatkan dengan terlebih dahulu menghitung angka path loss model lalu memasukkan ke dalam rumus 2.4 sehingga akhirnya didapat nilai dari d yang adalah radius jangkau BTS. Nilai radius jangkau BTS untuk masing-masing kode modulasi dan bandwidth yang digunakan terlihat dalam Tabel 2.13.

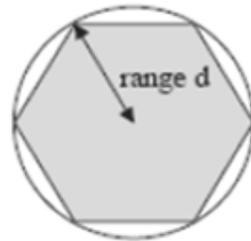
Tabel 2.13 Radius Jangkau BTS.

Kode Modulasi		Bandwidth (m2)			
		1.25 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
QPSK	CTC 1/2	1.600,74	1.297,54	1.296,86	1.166,67
	CTC 3/4	1.310,58	1.062,34	1.061,78	955,19
16QAM	CTC 1/2	1.161,16	941,22	940,73	846,29
	CTC 3/4	935,79	758,54	758,14	682,03
64QAM	CTC 1/2	883,15	715,87	715,49	643,67
	CTC 2/3	750,20	608,10	607,78	546,77
	CTC 3/4	708,00	573,90	573,60	516,02

Radius jangkau dari tiap cell BTS berbeda-beda hal ini tergantung dari lebar bandwidth yang digunakan oleh base station terhadap perangkat CPE. Makin panjang radiusnya akan makin luas pula area cakupan dari base station. Perhitungan luas cell terlihat pada bagian berikutnya.

2.7 Luas Area Sel

Luas sel seperti ilustrasi pada Gambar 2.4 dapat dihitung dengan persamaan 2.9.



Gambar 2.4 Luas Sel [5]

Luas sel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Luas Sel} = 3d^2(\sin(\pi/3))$$

(2.9)

Dimana :

Luas sel = Luas sel BTS yang ingin dicari.

d = Panjang jari-jari hexagon dari titik pusat ke titik terjauh.

Dari perhitungan dengan persamaan 2.9 maka akan didapatkan luas area setiap sel. Luas sel untuk berbagai jenis modulasi dan bandwidth ditunjukkan pada tabel 2.14 berikut.

Tabel 2.14 Luas Sel Mobile WiMAX

Kode Modulasi		Luas Sel (km ²)			
		1.25 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
QPSK	CTC 1/2	6,66	4,37	4,37	3,54
	CTC 3/4	4,46	2,93	2,93	2,37
16QAM	CTC 1/2	3,50	2,30	2,30	1,86
	CTC 3/4	2,28	1,49	1,49	1,21
64QAM	CTC 1/2	2,03	1,33	1,33	1,08
	CTC 2/3	1,46	0,96	0,96	0,78
	CTC 3/4	1,30	0,86	0,85	0,69

2.8 Jumlah BTS untuk Keseluruhan Wilayah Jakarta.

Setelah didapat perhitungan luas sel dan luas wilayah Jakarta yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka didapatkan jumlah BTS yang dibutuhkan. Hal ini didapat dengan membagi luas wilayah dengan membagi cakupan area tiap base station. Hasilnya seperti terlihat pada Tabel 2.14. Hasil ini akan dibandingkan dengan jumlah perhitungan berdasarkan kebutuhan kapasitas penduduk DKI Jakarta.

Tabel 2.14 Tabel Jumlah BTS Berdasarkan Cakupan Untuk DKI Jakarta.

Kode Modulasi		Jumlah BTS			
		1.25 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
QPSK	CTC 1/2	98	149	149	184
	CTC 3/4	146	222	222	275
16QAM	CTC 1/2	186	283	283	350
	CTC 3/4	286	435	436	538
64QAM	CTC 1/2	321	488	489	604
	CTC 2/3	445	677	677	837
	CTC 3/4	499	760	761	940

Dari Tabel 2.14 terlihat bahwa jumlah BTS paling sedikit muncul saat dipilih penggunaan kode modulasi QPSK dengan CTC $\frac{1}{2}$ dan bandwidth 1,25 MHz yaitu sebanyak 98 BTS untuk mencakupi seluruh DKI Jakarta. Sedangkan jumlah terbanyak yaitu 940 BTS muncul saat menggunakan kode modulasi 64 QAM dengan CTC $\frac{3}{4}$ dan bandwidth 20 MHz.