

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sejarah 3G (*Third Generation*)

3G atau singkatan untuk Generasi ketiga, adalah generasi ketiga dari teknologi telekomunikasi mobile. Jaringan telekomunikasi layanan 3G dapat memberi dukungan yang memberikan kecepatan transfer informasi setidaknya 200 kbit/s.

Teknologi 3G adalah hasil dari penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh International Telecommunication Union (ITU) pada awal tahun 1980. Spesifikasi dan standar 3G dikembangkan dalam lima belas tahun. Spesifikasi teknis dibuat tersedia untuk umum dengan nama IMT-2000. Spektrum komunikasi antara 400 MHz sampai 3 GHz dialokasikan untuk 3G. Baik pemerintah dan perusahaan komunikasi menyetujui standar 3G. Jaringan 3G pra-komersial pertama diluncurkan oleh NTT DoCoMo di Jepang pada tahun 1998, yang sekarang dikenal sebagai FOMA. Ini adalah pertama tersedia pada bulan Mei 2001 sebagai pre-release (test) dari teknologi W-CDMA. Peluncuran komersial pertama dari 3G juga oleh NTT DoCoMo di Jepang pada tanggal 1 Oktober 2001, meskipun awalnya agak terbatas ruang lingkungannya. Jaringan pra-komersial Eropa pertama adalah jaringan UMTS di Isle of Man oleh Manx Telecom, operator kemudian dimiliki oleh British Telecom, dan jaringan komersial pertama (juga UMTS berbasis W-CDMA) di Eropa dibuka untuk bisnis oleh Telenor di Desember 2001 tanpa handset komersial dan dengan demikian tidak ada pelanggan yang membayar. Pertama kali jaringan untuk tinggal komersial itu oleh SK Telecom di Korea Selatan pada teknologi 1xEV-DO berbasis CDMA pada bulan Januari 2002. Pada bulan Mei 2002 jaringan 3G Korea Selatan kedua adalah dengan KT EV-DO dan dengan demikian Korea Selatan adalah yang pertama untuk melihat persaingan antar operator 3G. Jaringan Amerika Serikat 3G komersial pertama adalah dengan Monet Ponsel Networks, pada teknologi CDMA2000 1x EV-DO, tetapi penyedia jaringan ini kemudian menutup operasinya. Kedua operator jaringan 3G di Amerika Serikat adalah Verizon Wireless pada bulan Juli 2002 juga pada CDMA2000 1x EV-DO. AT&T Mobility juga jaringan 3G UMTS, setelah menyelesaikan upgrade-nya dari jaringan 3G ke HSUPA. Jaringan demonstrasi pra-komersial pertama di belahan bumi selatan dibangun di Adelaide, Australia Selatan oleh m.Net Corporation di Februari 2002 dengan menggunakan UMTS pada 2.100 MHz. Ini adalah jaringan demonstrasi untuk 2002 IT World Congress. Jaringan 3G komersial pertama diluncurkan oleh Hutchison

Telecommunications dicap sebagai *three* atau "3" pada bulan Juni 2003. mtel Diluncurkan jaringan 3G pertama di Afrika.

## 2.2 WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*)

WCDMA merupakan suatu teknik *multiple access* dimana memungkinkan suatu titik (*central station*) bis diakses oleh beberapa titik yang berjauhan dengan tidak mengganggu satu titik dengan titik lainnya.

### 2.2.1 Konsep Dasar WCDMA

Konsep dasar WCDMA adalah semua *user* dalam berkomunikasi menggunakan frekuensi yang sama dan waktu yang bersamaan juga. Akibatnya, setiap *user* akan menyebabkan interferensi bagi *user* yang lain. Untuk memperkecil pengaruh interferensi, digunakan metode *spread spectrum*. Sedangkan untuk membedakan *user* yang satu dengan *user* yang lainnya digunakan *spreading code* yang bersifat acak. Sistem komunikasi dengan *spread spectrum*.

### 2.3 *Cell Breathing*

*Cell Breathing* merupakan suatu fenomena di mana *coverage reverse link* sebagai efektif sel akan mengembang dan menciut saat terjadi perubahan level interferensi di dalam sel. Sehingga BTS melakukan mekanisme power kontrol agar diperoleh nilai Eb/It yang diinginkan. Jika jumlah user meningkat dalam sel, maka level interferensi dalam sel meningkat juga, sehingga *user* yang lokasinya berada jauh dari BTS akan mengalami kondisi *drop call* karena daya pancar ke BTS sudah berkurang. Ada 3 faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya gejala *cell breathing*, diantaranya :

1. Pertumbuhan jumlah *user*
2. Mobilitas *user*
3. Peningkatan intensitas trafik tiap *user*

Peningkatan jumlah *user* pada suatu sell biasanya merupakan dampak dari bertambahnya *user* komunikasi bergerak secara kuantitas, jumlah *user* akan bertambah dalam jangka waktu tertentu dan berlaku secara umum untuk semua sel komunikasi bergerak. Namun demikian, peningkatan jumlah *user* juga dapat terjadi secara periodik dalam waktu tertentu dan pada sel-sel tertentu. Hal tersebut terjadi karena adanya mobilitas *user* pada waktu tertentu menuju suatu lokasi yang sama sehingga satu atau

beberapa sel pada lokasi tersebut akan mengalami peningkatan jumlah yang sifatnya hanya sementara.

Intensitas trafik yang dibangkitkan oleh setiap *user* dipengaruhi oleh jumlah panggilan dan rata-rata waktu percakapan yang dilakukan pada jam sibuk. Pada saat intensitas trafik tiap *user* meningkat maka total trafik yang terdapat di dalam sel akan menipis, keadaan tersebut akan menyebabkan meningkatnya jumlah permintaan kanal yang dapat dilihat sebagai peningkatan jumlah *user* yang berarti peningkatan jumlah interferensi.

Ketiga fenomena ini tentunya hanya dapat terjadi di suatu daerah pelayanan yang mempunyai tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, tingkat perekonomian yang baik dan aktivitas penduduk yang tinggi sehingga mobilitasnya juga tinggi. Daerah pelayanan yang mempunyai ciri-ciri tersebut adalah daerah kota-kota besar. Dengan demikian, sel bernafas mempunyai kecenderungan terjadi pada sel-sel sistem CDMA di daerah kota besar (metropolitan).

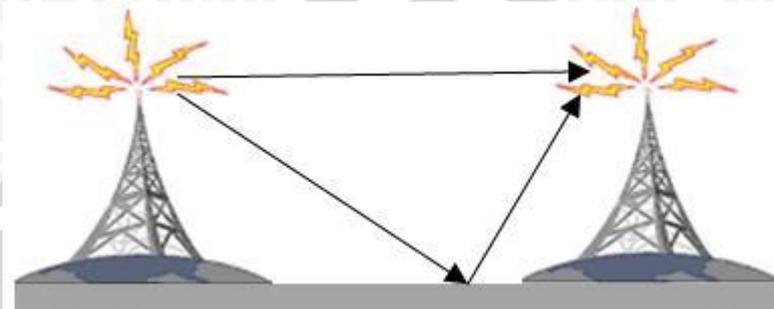
#### 2.4 Propagasi Gelombang

Pada komunikasi nirkabel (*wireless*), dibutuhkan media transmisi yaitu gelombang radio. Gelombang radio akan melakukan propagasi untuk mentransmisikan suatu informasi. Propagasi gelombang radio didefinisikan sebagai perambatan gelombang radio di suatu medium (umumnya udara). Propagasi gelombang radio dapat dikatakan ideal jika gelombang yang dipancarkan oleh antena pemancar diterima langsung oleh antena penerima tanpa melalui suatu hambatan (*line of sight/LOS*). Seluruh pemodelan dasar pada propagasi radio, disebut sebagai model propagasi ruang bebas (*free space*). Propagasi ruang bebas (*free space*) terjadi apabila diantara *transmitter* dan *receiver* tidak terdapat penghalang apapun. Komunikasi satelit dan komunikasi gelombang mikro LOS mengalami propagasi ruang bebas (*free space*). Propagasi ruang bebas berfungsi untuk memperkirakan penguatan dari sinyal pada penerima.

Berdasarkan jenisnya, propagasi gelombang radio dapat dikelompokkan menjadi propagasi dalam ruang (*Indoor*) dan propagasi luar ruang (*Outdoor*). Dalam membangun suatu sistem komunikasi radio *wireless* khususnya propagasi dalam ruang diperlukan adanya pemahaman tentang mekanisme dasar propagasi dalam ruang. Mekanisme dasar propagasi dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu:

### 2.4.1 Refleksi (Pemantulan)

Refleksi terjadi apabila gelombang elektromagnetik berpropagasi mengenai dasar sebuah obyek yang memiliki panjang gelombang sangat besar dibandingkan dengan panjang gelombang dari gelombang yang berpropagasi itu sendiri. Contoh fenomena refleksi seperti pada Gambar 7.4 dimana terjadi jika gelombang berpropagasi mengenai suatu logam, tembok beton, kaca, kayu, dan sebagainya.

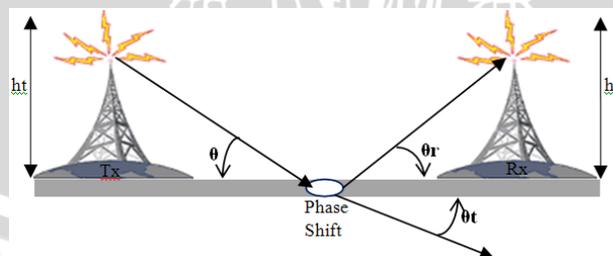


Gambar 2.1 Refleksi (pemantulan)

(Sumber : Rais Putra, 2012)

### 2.4.2 Refraksi (Pembiasan)

Refraksi merupakan proses pemencaran atau pembelokan gelombang elektromagnetik. Refraksi terjadi jika gelombang merambat dari suatu medium ke medium lain yang memiliki perbedaan kerapatan. Refraksi hampir seperti refleksi, perbedaannya adalah jika pada refleksi gelombang elektromagnetik tersebut dipantulkan dari atas permukaan bumi menuju ke atas permukaan bumi lagi. Sedangkan pada refraksi seperti pada Gambar 7.5 dimana terjadi jika gelombang tersebut dipantulkan dari atas permukaan bumi menuju ke bagian atas dan bawah permukaan bumi.



Gambar 2.2 Refraksi (pembiasan)

(Sumber : Rais Putra, 2012)

### 2.4.3 Difraksi

Difraksi terjadi saat lintasan dari gelombang elektromagnetik yang berpropagasi dihalangi oleh permukaan yang tidak teratur seperti terlihat pada Gambar 2.6 (tajam,

kecil) yaitu sebesar  $< 0,5\lambda$ . Pada frekuensi yang tinggi tampak seperti refleksi, namun tergantung pada geometri obyek seperti amplitudo, fase, dan polarisasi gelombang elektromagnetik.



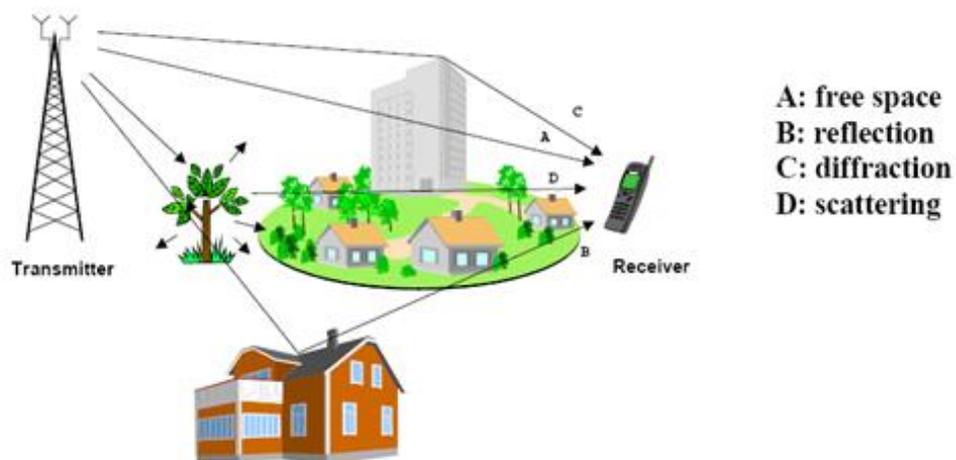
Gambar 2.3 Difraksi

(Sumber : Rais Putra, 2012)

#### 2.4.4 Scattering (Hamburan)

*Scattering* terjadi dikarenakan saat perambatan sinyal terhalang oleh media yang mempunyai ukuran dimensi relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan panjang gelombang yang dikirim dari pemancar. *Scattering* dihasilkan oleh permukaan yang kasar, obyek yang berukuran kecil serta benda-benda lainnya.

Sinyal yang dikirimkan oleh pemancar ( $T_X$ ) ke penerima ( $R_X$ ) pada ruang bebas akan mengalami peristiwa yang telah disebabkan oleh fenomena tersebut. Sehingga sinyal yang diterima oleh penerima, baik dari satu lintasan (*singlepath*) maupun lintasan jamak (*multipath*) akan memiliki level daya, fase serta *delay* waktu yang berbeda-beda. Dalam kenyataannya, dedaunan, marka-marka jalan, tiang-tiang lampu dapat menyebabkan *scattering*.



Gambar 2.4 Propagasi gelombang

(Sumber : Google)

## 2.5 Pathloss

Bila dibedakan berdasarkan jenis lintasannya, propagasi gelombang radio dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu, lintasan *line of sight* (LOS) dan lintasan *non line of sight* (NLOS). Kedua lintasan tersebut akan mengalami rugi-rugi daya yang dikarenakan besar sinyal yang diterima oleh antena penerima merupakan penjumlahan antena dari masing-masing sinyal pada lintasan jamak yang berbeda. Oleh karena itu, proses penjumlahan antena yang saling menguatkan ataupun saling melemahkan kemungkinan besar akan terjadi. *Pathloss* secara umum didefinisikan sebagai penurunan kuat medan secara menyeluruh sesuai bertambah jauhnya jarak antara pemancar dan penerima. Perhitungan nilai *pathloss* diperlukan untuk mencari :

1. *Link Budget*
2. *Cell size* ( jarak jangkauan suatu sel )
3. *Reuse distance / frequency planning*

Pada propagasi gelombang radio dalam ruang bebas, besarnya daya yang diterima oleh antena penerima dapat dicari dengan persamaan Friis pada persamaan 2.1.

$$P_r \text{ (dB)} = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r}{(4\pi d)^2} \quad (2.1)$$

Keterangan :

$P_t$  : Daya pancar (dB)

$P_r$  : Daya terima (dB)

$G_t$  : Penguatan pada antena pemancar (dB)

$G_r$  : Penguatan pada antena penerima (dB)

$d$  = jarak Tx – Rx (km)

Bila diasumsikan lintasannya ideal dalam ruang bebas, maka *pathloss* dapat dituliskan seperti pada persamaan 2.2 dan 2.3 :

$$L = 10 \log P_t / P_r$$

$$= 10 \log | \square \square \square / \square | \square$$

(2.2)

Atau

$$L = 32.44 + 20 \log(f) + 20 \log(d) \quad (2.3)$$

Keterangan :

$L = \text{pathloss (dB)}$

$n = 2$  untuk kondisi LOS dan  $n > 2$  untuk kondisi NLOS

$f = \text{frekuensi (Mhz)}$

### 2.5.1 Model Okumura Hatta

Model Okumura Hatta adalah model pengukuran yang disempurnakan dari Okumura model, dan juga metode prediksi empiris yang didasarkan pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara terus menerus di dalam dan di sekitar kota Tokyo pada frekuensi 200 MHz sampai 2 GHz. Adapun rumusan menghitung pathloss dapat diketahui pada persamaan 2.4.

$$L = 46.3 + 33.9 \log 1900 - 13.82 \log h_b + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d + c \quad (2.4)$$

Keterangan :

$f_c = \text{Frekuensi kerja (MHz)}$

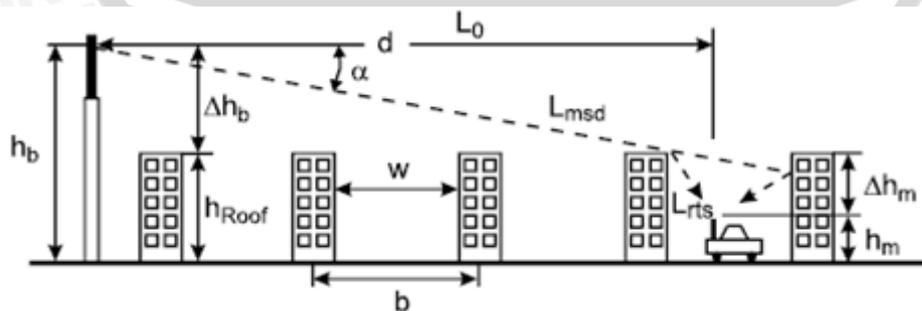
$h_b = \text{Tinggi Tx (m)}$

$d = \text{Radius sel}$

$c = \text{Parameter untuk pedestrian} = -15$

Parameter – parameter yang mendukung :

1. Penerapan : Daerah Urban, Sub-urban, rural
2. Tinggi Antena Pemancar : 30-300 m
3. Tinggi Antena Penerima : 1-10 m
4. Jarak : 1-20 Km



Gambar 2.5 Pathloss

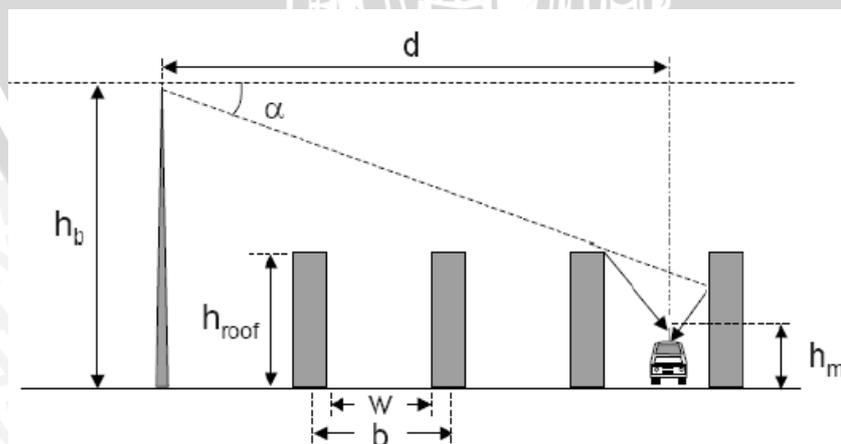
(Sumber : Google)

1. *Free space loss* : Hilangnya kekuatan sinyal gelombang elektromagnetik yang akan dihasilkan dari lintasan *line of sight* melalui ruang bebas (biasanya udara), tanpa hambatan di dekatnya menyebabkan refleksi atau difraksi.
3. *Roof to street loss* : Hilangnya kekuatan sinyal yang dihasilkan oleh adanya penghalang (*obstacle*), biasanya berbentuk bangunan atau pepohonan.
2. *Multiscreen loss* : Hilangnya kekuatan sinyal yang dihasilkan oleh adanya beberapa penghalang (lebih dari satu) dalam satu jalur lintasan gelombang elektromagnetik.

### 2.5.2 Model Walfish-Ikegami

Model ini digunakan untuk menyempurnakan perhitungan pathloss dengan mempertimbangkan lebih banyak data yang menggambarkan karakter daerah urban, diantaranya :

- Ketinggian gedung (penghalang) ( $h_r$ )
- Lebar jalan ( $w$ )
- Jarak antar gedung ( $b$ )
- Tinggi antenna pemancar ( $h_b$ )
- Tinggi antenna penerima ( $h_m$ )
- Sudut antara antenna pemancar dan antenna penerima ( $\alpha$ )



Gambar 2.6 Parameter model Ikegami

(Sumber : Rais Putra, 2012)

Model ini dibedakan antara situasi *Line of Sight* (LOS) dan *Non- Line of Sight* (Non-LOS). Pada situasi LOS, di-aplikasikan formula propagasi sederhana, dimana pathloss dapat dicari dengan persamaan 2.5

$$L = 42.6 + 26 \log d \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)} \quad (2.5)$$

Dengan  $d > 20 \text{ km}$

Untuk situasi Non-LOS, total rugi-rugi transmisinya merupakan penjumlahan dari *free space loss* ( $L_{FS}$ ), *rooftop to street diffraction and scatter loss* ( $L_{rts}$ ), dan *multiscreen loss* ( $L_{msd}$ ), seperti ditunjukkan pada persamaan 2.6.

$$L = L_{FS} + L_{rts} + L_{msd} ; \text{ untuk } L_{rts} + L_{msd} > 0 \quad (2.6)$$

Keterangan :

$L_{FS}$  merupakan *Free Space Loss*

$L_{rts}$  merupakan *rooftop to street diffraction loss*

$L_{msd}$  merupakan *multiscreen loss*

Nilai  $L_{FS}$  dapat diperoleh dari persamaan 2.7.

$$L_{FS} = 32,4 + 20 \log d \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)} \quad (2.7)$$

Nilai  $L_{rts}$  dapat dicari dari persamaan 2.8.

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log w \text{ (m)} + 10 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log \Delta h_m \text{ (m)} + L_{ori} \quad (2.8)$$

Tabel 2.1 Nilai  $L_{ori}$

$L_{ori}$	$\alpha$
$-10 + 0.354 \alpha$	$0 \leq \alpha \leq 35$
$2,5 + 0,075 (\alpha - 35)$	$0 \leq \alpha \leq 55$
$4,0 - 0,114 (\alpha - 55)$	$0 \leq \alpha \leq 90$

Dengan  $\square \square \square \square$  adalah persamaan koreksi empiris yang diperoleh dengan

membandingkan data dari pengukuran.  $A$  adalah sudut antara Base station dan antena penerima

$$\Delta h_m = h_r - h_m \quad (2.9)$$

$$\Delta h_b = h_b - h_r \quad (2.10)$$

Nilai  $L_{msd}$  dapat dicari dengan persamaan 2.11 :

$$L_{msd} = L_{bsh} + K_a + K_d \log d \text{ (km)} + K_f \log f \text{ (MHz)} - 9 \log b \quad (2.11)$$

Tabel 2.2 Nilai  $L_{bsh}$ ,  $K_a$ ,  $K_d$ , dan  $K_f$

$L_{bsh} = -18 \log (1 + \sqrt{h_m - h_r})$	$h_m > h_r$
$L_{bsh} = 0$	$h_m \leq h_r$
$K_a = 54$	$f > 30$
$K_a = 54 - 0.8(h_m - h_r)$	$30 \geq f > 3$
$K_a = 54 - 0.8(h_m - h_r)(d/0.5)$	$3 < 0.5 < f < 3$
$K_d = 18$	$f > 30$
$K_d = 18 - 15(h_m - h_r)/h_m$	$f \leq 30$
$K_f = -4 + 0.7((f/925) - 1)$	Untuk daerah sub urban dan kota sedang
$K_f = -4 + 1.5((f/925) - 1)$	Untuk kota besar (metropolitan)

Keterangan

$K_f$  dan  $K_d$  = Konstanta koreksi untuk kerugian difraksi pada frekuensi dan jarak

$K_a$  = Adaptasi untuk perbedaan kepadatan bangunan

Parameter – parameter model propagasi walfish Ikegami:

□ Tinggi antena pemancar : 4 – 50 m

□ Tinggi antena penerima : 1 -3 m

□ Jarak : 0.02 – 5 Km

*Pathloss* maksimum dapat digunakan untuk menghitung jarak sel dengan menggunakan model propagasi walfish Ikegami. Model walfish Ikegami juga dapat digunakan untuk frekuensi 2600MHz, dengan asumsi bahwa kerugian akibat frekuensi

yang lebih tinggi dapat dikompensasi oleh peningkatan *gain* antena.

## 2.6 Radio Link Budget

*Link Budget* merupakan perhitungan daya pada lintasan transmisi, dibandingkan dengan rugi-rugi redaman yang dialami sepanjang lintasan, dalam hal ini yaitu lintasan BTS ke *user*. *Link Budget* digunakan untuk mendesain sistem untuk semua *gain* dan rugi-rugi dalam lintasan, dan untuk membuat estimasi rugi-rugi lintasan (*pathloss*) maksimum yang diijinkan untuk menjamin bahwa komunikasi dari BTS ke *user* dapat berlangsung dengan baik.

*Link Budget* memperhitungkan semua hal yang berhubungan dengan sistem transmisi dari BTS ke *user*, yaitu *pathloss*, daya pancar BTS, sensitivitas penerima, *gain antenna* pemancar dan penerima, rugi-rugi yang lain (rugi-rugi saluran transmisi, rugi-rugi bangunan, dan sebagainya).

### 2.6.1 Parameter Reverse Link Budget

Parameter *Link Budget* dengan AMR layanan voice 12,2 Kbps, 120 km/jam, *user* di dalam kendaraan dengan *soft Handover*.

Tabel 2.3 Parameter Reverse Link Budget Voice Pada Transmitter

Transmitter (Mobile Station)			
a	Maximum Mobile Tx Power (dBm)	21	
b	Mobile Antenna Gain (dBi)	0	
c	Body/Orientation loss (dB)	3	
d	EIRP	18	$d = a + b - c$

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Tabel 2.4 Parameter Reverse Link Budget Voice Pada Receiver

Receiver (Base Station)		
e	Thermal noise density (dBm/Hz)	-174

f	BS receiver noise figure (dB)	5	
g	Receiver noise density (dBm/Hz)	-169	$g = e + f$
h	Receiver noise power (dBm)	-103.2	$h = g + 10 \log(3840000)$
i	Interference margin (50% loading)(dB)	3	
j	Receiver interference power (dBm)	-103.2	$j = 10 \log[10^{(h+1)/10} - 10^{(h/10)}]$
k	Total effective noise + interference (dBm)	-100.2	$k = 10 \log[10^{(h/10)} + 10^{(h/10)}]$
l	Processing Gain (dB)	25	$l = 10 \log(3840/12.2)$
m	Required Eb/No (dB)	5	
n	Receiver sensitivity (dBm)	-120.2	$n = m - l + k$
o	BS antenna gain	18	
p	BS cable/connection losses (dB)	2	
q	Fast fading margin (dB)	0	
r	Max Pathloss (dB)	154.2	$r = d - n + o - p - q$
	Coverage probability	95	
	Standard deviation for log normal fading (dB)	3.52	
s	Propagation model exponent	7.3	
t	Log normal fading margin (dB)	3	
u	Soft handoff gain (dB), multi cell	8	
v	Penetration loss in car(dB) allowable propagation loss for cell range (dB)	<b>141.9</b>	$v = r - s + t - u$

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Parameter *Link Budget* untuk layanan data real time 144 Kbps (3 km/jam, indoor user)

Tabel 2.5 Parameter *Reverse Link Budget Data* Pada Transmitter

Transmitter (Mobile Station)			
a	Maximum Mobile Tx Power (dBm)	24	
b	Mobile Antenna Gain (dBi)	2	
c	Body/Orientation loss (dB)	0	
d	EIRP	26	$d = a + b - c$

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Tabel 2.6 Parameter *Reverse Link Budget Data* Pada Receiver

Receiver (Base Station)			
-------------------------	--	--	--

e	Thermal noise density (dBm/Hz)	-174	
f	BS receiver noise figure (dB)	5	
g	Receiver noise density (dBm/Hz)	-169	$g = e + f$
h	Receiver noise power (dBm)	-103.2	$h = g + 10 \log(3840000)$
i	Interference margin (50% loading)(dB)	3	
j	Receiver interference power (dBm)	-103.2	$j = 10 \log[10^{(h+1)/10} - 10^{(h/10)}]$
k	Total effective noise + interference (dBm)	-100.2	$k = 10 \log[10^{(h/10)} + 10^{(h/10)}]$
l	Processing Gain (dB)	14.3	$l = 10 \log(3840/12.2)$
m	Required Eb/No (dB)	1.5	
n	Receiver sensitivity (dBm)	-113	$n = m - l + k$
o	BS antenna gain	18	
p	BS cable/connection losses (dB)	2	
q	Fast fading margin (dB)	4	
r	Max Pathloss (dB)	151	$r = d - n + o - p - q$
	Coverage probability	80	
	Standard deviation for log normal fading (dB)	12	
s	Propagation model exponent	4.2	
t	Log normal fading margin (dB)	2	
u	Soft handoff gain (dB), multi cell	15	
v	Penetration loss in car(dB) allowable propagation loss for cell range (dB)	<b>133.8</b>	$v = r - s + t - u$

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa :

1. *Allowable Pathloss* untuk layanan voice 12,2 Kbps adalah sebesar 141,9 dB
2. *Allowable Pathloss* untuk layanan data 144 Kbps adalah sebesar 133,8 dB

### 2.6.2 Parameter Forward Link Budget

Data teknis yang digunakan dalam perhitungan *forward link budget (downlink)* pada layanan WCDMA ditunjukkan pada tabel di bawah ini

Tabel 2.7 Data teknis *forward link budget*

Transmitter (Base Station)

Base station antenna gain	18 dBi	
base station feeder and connector loss	2 dB	
Receiver (Mobile)		
Effective receiver sensitivity	-124.2 dBm	Total noise + Interference – processing gain + Eb/No
Body loss	3 dB	
Mobile antenna gain	0 dBi	

(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

Dari tabel diatas : Sensitifitas penerima (MS) yang akan digunakan,  $S = -124,2$  dBm, RSL diambil =  $-120$  dBm sehingga didapat selisih =  $-4,2$  dBm yang digunakan sebagai *margin*.

Gain Penerima (MS),  $G_r = 0$  dB

Rugi-rugi pada penerima,  $L_{fr} = 3$  dB

Rugi-rugi pada pengirim,  $L_{ft} = 2$  dB

Frekuensi *carrier*,  $f = 2100$  Mhz (frekuensi DL pertama pada mode FDD)

Tinggi *mobile unit*,  $h_m = 1,5$  m

Tinggi antena BTS,  $h_b = 40$  m

## 2.7 Offered Bit Quantity

Dalam menentukan perkiraan kepadatan *traffic* pada dapat digunakan *Offered Bit Quantity* (OBQ). OBQ adalah total *bit troughput* per  $\text{km}^2$  pada jam sibuk. Untuk menghitung OBQ ( $\text{kbps}/\text{km}^2$ ) menggunakan persamaan 2.12 :

$$\text{OBQ} = \sigma \times p \times d \times \text{BHCA} \times \text{BW} \quad (\text{bps}/\text{km}^2) \quad (2.12)$$

Dimana :

$\sigma$  : kepadatan pelanggan potensial dalam suatu daerah [ $\text{user}/\text{km}^2$ ]

$p$  : penetrasi pengguna tiap layanan

$d$  : lama panggilan efektif [s]

BHCA : Busy Hour Call Attempt [call/s]

BW : bandwidth tiap layanan [Kbps]

## 2.8 Jumlah dan Radius Sel

Kapasitas informasi yang terdapat pada tiap sel dibagi dengan OBQ dalam  $\text{Kbps}/\text{km}^2$  sehingga didapatkan luas cakupan sel dalam  $\text{km}^2$ . Dengan didapakkannya luas cakupan sel tersebut, maka dapat diperoleh jumlah sel yang dibutuhkan dan radius per

sel. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut

$$\text{Luas cakupan sel} = \frac{\text{kapasitas informasi tiap sel}}{OBQ} \left( \frac{\text{km}^2}{\text{sel}} \right) \quad (2.13)$$

Sehingga jumlah sel yang diperlukan dapat dicari dengan persamaan :

$$\text{Jumlah sel} = \frac{\text{luas area kecamatan}}{\text{luas cakupan sel}} \quad (2.14)$$

Luas cakupan sel yang berbentuk lingkaran dapat ditentukan dengan persamaan di bawah :

$$\text{Luas sel lingkaran} = \pi \cdot r^2 \quad (2.15)$$

## 2.9 Estimasi Jumlah Pelanggan

Perhitungan estimasi jumlah pelanggan dilakukan untuk mendapatkan jumlah OBQ di suatu wilayah, dengan menggunakan persamaan di bawah :

$$U_n = U_o (1 + Fp)^n \quad (2.16)$$

Dimana :  $U_o$  = Jumlah user saat perencanaan  
 $n$  = Jumlah tahun prediksi  
 $Fp$  = Faktor Pertumbuhan Pelanggan (asumsi : 0,3)

## 2.10 Jenis-jenis Sel

Pembagian sel dalam teknologi seluler dimodelkan dalam bentuk hexagonal, dimana tiap sel mengacu pada satu frekuensi kanal dan masing-masing tidak boleh berfrekuensi sama atau bahkan berdekatan agar tidak terjadi *overlapping*. Jenis sel terbagi menjadi tiga jenis, yaitu :

1. *Macro cell* : Jenis sel ini biasanya digunakan di daerah urban dimana terdapat gedung gedung tinggi dan daerah di padat penduduk agar dapat menopang konsumsi sel kecil (*Cell Splitting*). Jarak sel minimal adalah 1 km dan biasanya digunakan untuk jari-jari sel diatas 3 km.

2. *Micro cell* : Jenis sel ini memiliki jari-jari yang lebih kecil dibandingkan jari-jari *Macro cell*, jenis sel ini memiliki rentang 0,2 km sampai 5 km, karakteristik dari sel ini yaitu memiliki tinggi antena 4 m – 50 m.
3. *Pico cell* : Jenis sel ini biasanya terdapat didalam suatu gedung atau ruangan (bersifat indoor) untuk dapat menopang besarnya traffic yang terjadi di dalam gedung itu dan untuk mengatasi interferensi sinyal akibat pemantulan dari dinding gedung.

### 2.10.1 Cell Sectoring

Sel *sectoring* merupakan metode yang cukup efektif untuk mengurangi MAI, karena setiap sektor menggunakan antena *directional*. Sektorisasi pada antena adalah pengarahan daya pancar antena BTS pada arah tertentu. Pengarahan antena ini bergantung dari kebutuhan. Sektorisasi dilakukan berdasarkan kepadatan trafik. Biasanya sektorisasi 60°, 120°, untuk sektorisasi 60° maka pengarahan antena menuju enam arah dan sektorisasi 120° menuju tiga arah, seperti yang terlihat di gambar 2.10 di bawah ini :



Gambar 2.7 Cell sectoring  
(Sumber : Uke Kurniawan, 2010)

*Omnidirectional* adalah pemancaran sinyal ke segala arah oleh sebuah BTS pada suatu sel.

Kelebihan : Mudah di implementasikan

Kekurangan : Kemungkinan terjadi interferensi lebih besar

### Cell sectoring

- $60^\circ$  : Suatu daerah cakupan sel dibagi menjadi 6 daerah yang sama besar  
Kelebihan : Kemungkinan terjadi interferensi kecil  
Kekurangan : *Delay* propagasi paling besar
- $120^\circ$  : Suatu daerah cakupan sel dibagi menjadi 3 daerah yang sama besar  
Kelebihan : *Delay* propagasi lebih kecil  
Kekurangan : Interferensi lebih mungkin terjadi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

