

BAB II

DASAR TEORI

Dasar Teori yang dimaksudkan dalam bab ini adalah kajian teori-teori yang terkait dengan solusi masalah yang dikaji dalam skripsi ini. Secara umum teori yang dikaji meliputi *Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)*, *overshooting coverage*, dan parameter performansi WCDMA.

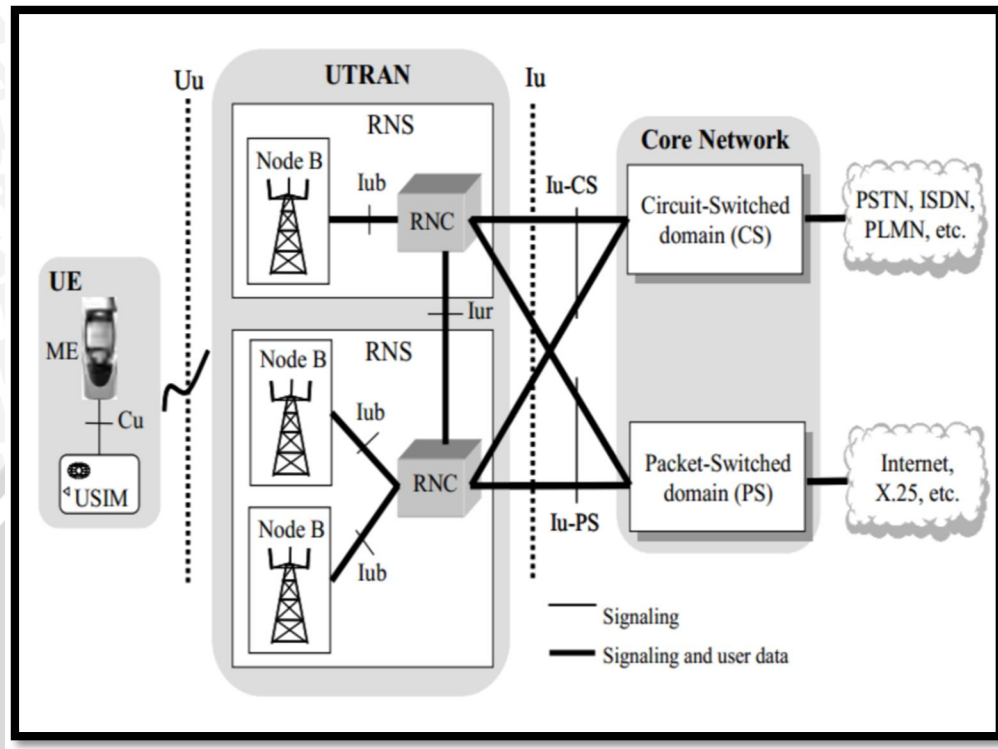
2.1 UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*)

UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) merupakan generasi ketiga (3G) pada sistem telekomunikasi bergerak. UMTS didukung oleh banyak operator telekomunikasi dan para produsen (*vendor*). UMTS memiliki kelebihan pada kapasitas, kemampuan data dan memiliki cakupan layanan yang lebih besar.

UMTS merupakan perkembangan dari teknologi GSM (2G). Teknologi UMTS menggunakan WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) sebagai standar *air interface*. Sistem WCDMA memiliki standar *bandwidth* sebesar 5 MHz. Konsep dasar teknologi ini yaitu penggunaan frekuensi dan waktu yang sama untuk tiap pengguna, dan menggunakan *code* untuk membedakan tiap pengguna.

2.2 Arsitektur Jaringan UMTS

Arsitektur jaringan UMTS terlihat pada gambar 2.1 :



Gambar 2.1. Arsitektur UMTS

Sumber : UMTS/Javier Sanchez, Mamadou Thioune,2006

Dari gambar diatas terlihat bahwa arsitektur jaringan UMTS terdiri dari perangkat-perangkat yang saling mendukung, yaitu *User Equipment* (UE), *UMTS Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) dan *Core Network* (CN).

2.2.1 *User Equipment* (UE)

User Equipment (UE) merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk dapat memperoleh layanan komunikasi bergerak. UE dilengkapi dengan *smart card* yang dikenal dengan nama USIM (*UMTS Subscriber Identity Module*) yang berisi nomor identitas pelanggan dan juga algoritma security untuk keamanan seperti *authentication algorithm* dan algoritma enkripsi. Selain terdapat USIM, UE juga dilengkapi dengan ME (*Mobile Equipment*) yang berfungsi sebagai terminal radio yang digunakan untuk komunikasi lewat radio.

2.2.2 UTRAN (UMTS *Terrestrial Radio Access Network*)

Jaringan akses radio menyediakan koneksi antara terminal *mobile* dan *Core Network*. Dalam UMTS jaringan akses dinamakan UTRAN (UMTS *Terrestrial Radio Access Network*). UTRAN terdiri dari satu atau lebih *Radio Network Subsystem* (RNS). Sebuah RNS merupakan suatu sub-jaringan dalam UTRAN dan terdiri dari *Radio Network Controller* (RNC) dan satu atau lebih *Node-B*. RNS dihubungkan antar RNC melalui suatu *Iur Interface* dan *Node-B* dihubungkan dengan satu *Iub Interface*.

Di dalam UTRAN terdapat beberapa elemen jaringan yang baru dibandingkan dengan teknologi 2G yang ada saat ini, di antaranya adalah *Node-B* dan RNC (*Radio Network Controller*).

1. RNC (*Radio Network Controller*)

RNC bertanggung jawab mengontrol *radio resources* pada UTRAN yang membawahi beberapa *Node-B*, menghubungkan CN (*Core Network*) dengan *user*, dan merupakan tempat berakhirnya protokol RRC (*Radio Resource Control*) yang mendefinisikan pesan dan prosedur antara mobile user dengan UTRAN.

2. Node-B

Node-B sama dengan *Base Transceiver Station* (BTS) di dalam jaringan GSM. *Node-B* merupakan perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada UE. Fungsi utama *Node-B* adalah melakukan proses pada layer 1 antara lain : *channel coding*, *interleaving*, *spreading*, *de-spreading*, modulasi, demodulasi dan lain-lain. *Node-B* juga

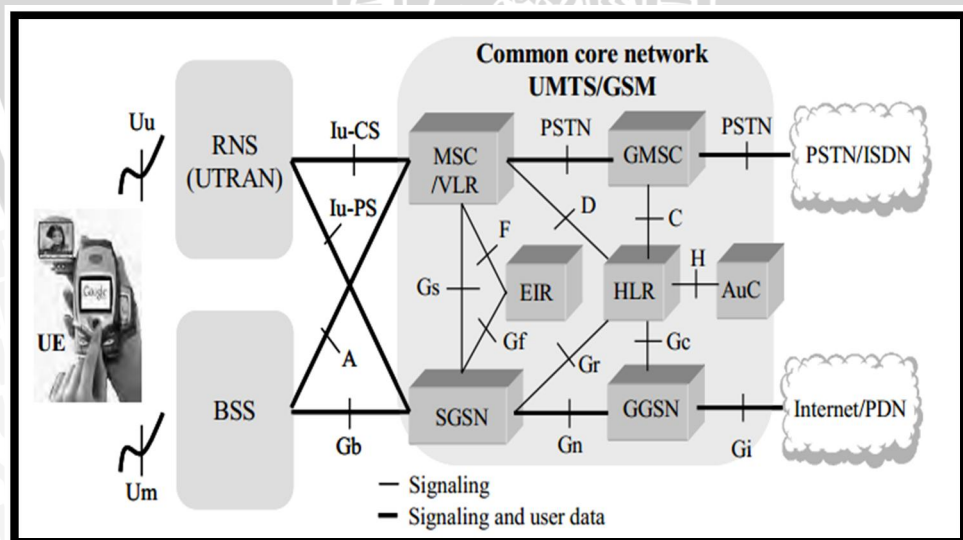
melakukan beberapa operasi RRM (*Radio Resouce Management*), seperti handover dan power control.

2.2.3 CN (Core Network)

Jaringan inti (*Core Network*) berfungsi sebagai *switching* pada jaringan UMTS, manajemen jaringan, serta sebagai *interface* antara jaringan UMTS dengan jaringan lainnya. CN terdiri dari HLR (*Home Location Register*) yang berfungsi untuk menyimpan profil data pengguna, VLR (*Visitor Location Register*) yang berfungsi untuk menyimpan data pelanggan sementara, dan MSC (*Mobile Services Center*) yang berfungsi sebagai *switching*.

2.3 Interface pada UMTS

Jaringan-jaringan transmisi digunakan untuk menghubungkan elemen-elemen yang berbeda yang terintegrasi dalam semua jaringan pada sistem UMTS, gambar 2.2 menjelaskan *interface* pada UMTS :



Gambar 2.2. Interface jaringan UMTS

Sumber : UMTS/Javier Sanchez, Mamadou Thioune,2006

1) *Uu Interface*

Uu interface terletak diantara *User terminal* dan jaringan UTRAN. *Interface* menggunakan teknologi WCDMA.

2) *Interface Um*

Interface ini menghubungkan antara BTS dengan MS.

3) *Interface Iu*

Iu merupakan *Interface* yang menghubungkan *core network* dengan UTRAN.

4) *Interface Iu-CS*

Interface ini menghubungkan jaringan UTRAN dengan MSC.

5) *Interface Iu-PS*

Interface ini menghubungkan jaringan akses dengan SGSN dari *core network*.

6) *Interface Iu-Bis*

Interface ini menghubungkan RNC dengan Node B.

7) *Interface A bis*

Interface ini menghubungkan BTS dengan BSC.

8) *Interface Gb*

Interface ini menghubungkan BSC dengan SGSN.

9) *Interface Gs*

Interface ini menghubungkan SGSN dengan MSC/VLR.

2.4. Tipe Kanal Sistem WCDMA

Tipe kanal pada WCDMA terdiri atas kanal logika, kanal *transport*, dan kanal fisik.

2.4.1 Kanal Logika WCDMA

Kanal logika berfungsi untuk mentransmisikan informasi *cell system*, informasi *paging*, dan data *user*. Kanal logika digunakan oleh layer MAC (*Medium Access Control*) sebagai *data service transfer*. Kanal logika digunakan antara UE dan RNC. Pada dasarnya terdapat dua jenis kanal logika yaitu *control channels* yang berfungsi untuk mengirim informasi kontrol dan *traffic channels* yang berfungsi untuk mengirim data *user*.

1) *Control Channels* (CCH) terdiri dari :

- BCCH (*Broadcast Control Channel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *downlink* untuk mentransmisikan informasi sistem. Seperti informasi *cell*, informasi operator yang digunakan (PLMN), informasi *node-b* tetangga (*neighbourhood*), dan parameter-parameter yang terukur.
- PCCH (*Paging Control Channel*) merupakan kanal yang diberikan ke UE apabila terdapat panggilan dari satu atau lebih *cell*.
- CCCH (*Common Control Chanel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *uplink* oleh UE yang belum memiliki hubungan sama sekali dengan jaringan.
- DCCH (*Dedicated Control Channel*) merupakan kanal kontrol *point-to-point* dua arah antara UE dan jaringan untuk mengirimkan informasi kontrol.

2) *Traffic Channels* terdiri dari :

- DTCH (*Dedicated Traffic Channel*) merupakan kanal *point-to-point* yang diperuntukan bagi UE untuk mengirim data *user*.

- CTCH (*Common Traffic Channel*) merupakan kanal *point-to-multipoint* yang digunakan pada saat *downlink* untuk mengirim data *user* untuk satu atau beberapa UE.

2.4.2 Kanal Transport WCDMA

MAC menggunakan kanal *transport* untuk dapat mengorganisasikan kanal logika ke kanal terbawah yaitu kanal fisik. MAC bertanggung jawab untuk mengorganisasikan kanal logika ke kanal transport. Proses ini dinamakan dengan *mapping*. Kanal transport digunakan antara UE dan RNC. Secara umum terdapat dua jenis kanal *transport* yaitu *Common Transport Channels* dan *Dedicated Transport Channel*.

1) *Common Transport Channels* yaitu :

- BCH (*Broadcast Channel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *downlink* untuk mengirimkan informasi jaringan kepada seluruh cakupan *cell*.
- FACH (*Forward Access Channel*) merupakan kanal yang digunakan untuk mengirimkan informasi kontrol pada saat *downlink* kepada satu atau lebih UE dalam *cell*.
- PCH (*Paging Channel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *downlink* untuk memanggil *user* ketika jaringan ingin memulai komunikasi dengan *user*.
- RACH (*Random Access Channel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *uplink* ketika pelanggan ingin mengakses jaringan atau sebagai *signalling* dari pelanggan.
- CPCH (*Uplink Common Packet Channel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *uplink*, serupa dengan RACH tetapi dapat menangani beberapa *frame*.

- DSCH (*Downlink Shared Channel*) merupakan kanal yang digunakan untuk membawa *dedicated user data* kepada satu atau lebih UE dalam *cell*.

2) *Dedicated Transport Channel* yaitu :

- DCH (*Dedicated Channel*) merupakan kanal *point-to-point* baik secara *uplink* maupun *downlink* yang diperuntukan bagi satu UE untuk mentransfer data pelanggan.

2.4.3 Kanal Fisik WCDMA

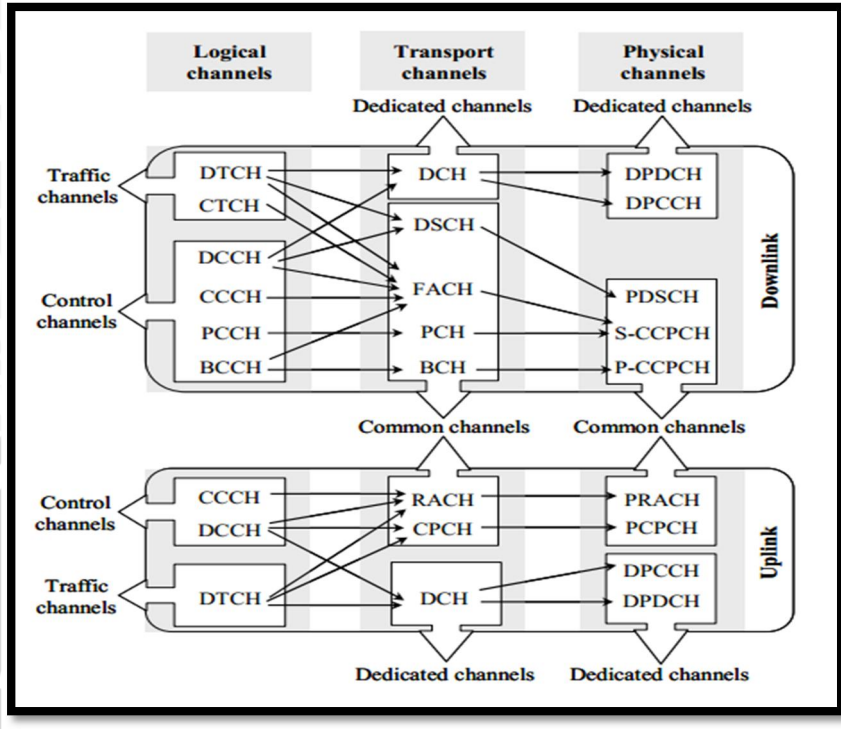
Kanal fisik adalah *layer* terbawah untuk *transport* data dari UE ke jaringan. Saat mengirim data antara RNC dan UE medium fisiknya berubah. Antara RNC dengan *node-b* digunakan *Iub interface*, informasi *transport* secara fisik diorganisasikan dalam *frame*. Antara *node-b* dengan UE digunakan *Uu radio interface*, informasi secara fisik diorganisasikan dalam kanal fisik ini. Kanal fisik direpresentasikan ke dalam bentuk *UARFCN (UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number)*, *scrambling code*, dan *channelisation code*.

Kanal fisik meliputi :

- SCH (*Synchronization Channel*) merupakan kanal yang berfungsi untuk sinkronisasi antara UE dengan *node-b*.
- CPICH (*Common Pilot Channel*) merupakan kanal yang selalu dikirimkan oleh *node-b* dan diacak menggunakan *scrambling code*.
- *Primary CCPCH (Primary Common Control Physical Channel)* merupakan kanal yang digunakan pada saat *downlink* untuk membawa kanal *transport* BCH. Berguna pada saat penyampaian informasi jaringan ke UE.
- *Secondary CCPCH (Secondary Common Control Physical Channel)* Kanal yang digunakan pada saat *downlink* untuk

membawa dua kanal *transport* secara bersamaan, FACH dan PCH. Berguna pada saat paging.

- PRACH (*Physical Random Access Channel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *uplink* untuk membawa kanal *transport* RACH.
- PCPCH (*Physical Common Packet Channel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *uplink* untuk membawa kanal *transport* CPCH.
- PDSCH (*Physical Downlink Shared Channel*) merupakan kanal yang digunakan pada saat *downlink* membawa kanal *transport* DSCH.
- PICH (*Paging Indicator Channel*) merupakan kanal yang digunakan UE ketika akan registrasi ke jaringan. Kanal indikator ini terdiri dari *Acquisition Indication Channel* (AICH) dan *Collision Detection/Channel Assignment Indicator Channel* (CD/CA-ICH).
- DCH (*Dedicated Channel*) merupakan kanal yang terdiri dari dua kanal fisik DPDCH dan DPCCH. DPDCH berfungsi membawa data pelanggan, sedangkan DPCCH membawa informasi kontrol.



Gambar 2.3. Mapping kanal logika pada kanal transport dan kanal fisik

Sumber : UMTS/Javier Sanchez, Mamadou Thioune,2006

2.5 Blocked Call dan Dropped Call

Blocked call merupakan suatu kondisi dimana UE (User Equipment) tidak mendapatkan resources untuk melakukan panggilan sehingga usahanya untuk membangun panggilan ditolak. Dropped calls adalah terputusnya tiba-tiba hubungan panggilan saat panggilan itu sedang berlangsung. Blocked call dan dropped call termasuk aspek yang mempengaruhi kualitas layanan jaringan UMTS. Untuk dapat dikatakan baik nilai blocked call dan dropped call harus di atas nilai standar yang ditentukan. Nilai standar untuk blocked call dan dropped call dapat dilihat pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1. Nilai standar *blocked call* dan *dropped call*

Category	Name of the tests	Target Value
Performance tests	Call setup success rate for Voice	> 94.0 %
	Call setup success rate for CS 64 kbits/s Data	> 92.0 %
	Session setup success rate for PS 64 kbits/s Data	> 92.0 %
	Call drop rate for Voice	< 4.0 %
	Call drop rate for CS 64 kbits/s Data	< 4.0 %
	Session drop date for PS 64 kbits/s data	< 4.0 %

Sumber : Pekka Ranta, 2004

Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya *blocked call* dan *drop call* antara lain sebagai berikut :

1. *Missing neighbors*

Missing neighbors terjadi karena adanya suatu *cell* yang tidak terdefiniskan sebagai *neighbors cell* yang sedang menjadi *active set* sehingga ketika *active set* tersebut tidak dapat melakukan *handover* kepada *cell* yang belum didefinisikan tersebut, meskipun *cell* itu memiliki kualitas yang lebih baik.

2. *Poor coverage*

Poor coverage adalah kondisi dimana nilai RSCP dan Ec/No sinyal terlalu rendah dibawah nilai standar batas yang ditentukan. Pada jaringan UMTS tiap-tiap layanan memiliki nilai batas yang berbeda-beda, hal itu dapat dilihat pada tabel 2.2 :

Tabel 2.2. Nilai Batas RSCP dan Ec/No Untuk Layanan UMTS

Layanan	RSCP (dBm)	Ec/No (dB)
Voice Call 12.2K	-105	-13
CS64K	-100	-11
PS384K	-95	-10
HSDPA	-90	-8

Sumber : Pekka Ranta, 2004

3. *Bad radio environment*

Bad radio environment merupakan kondisi dimana UE mendeteksi lebih dari 3 sinyal pilot yang kualitasnya relatif sama. Hal ini mengakibatkan terjadinya *pilot pollution*, dimana selisih *active set* yang menangani UE dengan *cell MN (Monitored Neighbor)* tidak terlalu besar (berada pada *range* 5 dB).

4. Congestion

Congestion terjadi ketika beban kanal *uplink-downlink* mencapai atau melebihi batas maksimal sehingga permintaan layanan tidak dapat diakses sistem karena keterbatasan sumber daya.

5. Not Radio

Not radio terjadi diakibatkan oleh ketidak tersediaan jaringan pada central, bukan pada hubungan *node-b* dan UE, sehingga permintaan panggilan tidak bisa dilayani.

6. Equipment Fault

Equipment fault terjadi diakibatkan kesalahan perangkat pengukuran, misalnya kabel konektor UE-laptop lepas, dan *software* TEMS *crashing*.

2.6 Drive Test

Drive Test adalah pengukuran yang dilakukan untuk mengamati dan melakukan optimasi agar dihasilkan kriteria performansi jaringan yang diinginkan. Pada umumnya *drive test* mengamati kuat daya pancar dan daya terima, tingkat kegagalan akses (*originating* dan *terminating*), tingkat panggilan yang gagal (*drop call*).

Melakukan *drive test* adalah cara terbaik untuk memberikan gambaran tentang kondisi nyata yang dirasakan oleh pengguna. Pada prakteknya *drive test* bisa dilakukan dengan menggunakan lima *handphone* sekaligus, tetapi itu tergantung skenario yang akan digunakan (Ajay R. Mishra, 2007).

Cell overshoot menyebabkan beberapa masalah pada jaringan. *Cell overshoot* menyebabkan area *handover* yang sangat luas, sehingga menghabiskan *resources* jaringan. Pada saat *resources* jaringan habis, maka proses pembangunan panggilan akan gagal dan proses permintaan *handover* juga akan ditolak. Pada saat *handover* ditolak maka bisa mengakibatkan putusnya panggilan. (Christophe Chevallier, 2007)

2.8 Parameter Kerja Jaringan UMTS

Beberapa parameter yang dijadikan referensi umum untuk dapat melihat performansi dari jaringan 3G/UMTS adalah seperti : *RSCP*, *Eb/No*, *Ec/No*, *Speech Quality Index (SQI)*, *Call Setup Success Ratio (CSSR)*, *Call Dropped Ratio (CDR)*, *Successfull Call Ratio (SCR)*, dan *Handover Success Ratio (HOSR)*.

2.8.1 RSCP

Received Signal Code Power (RSCP) adalah kuat sinyal penerimaan yang menyatakan besarnya daya pada satu kode yang diterima oleh UE yang merupakan salah satu parameter yang menentukan nilai *Ec/No*. Kuat sinyal yang diterima oleh UE dari *node-b* masing-masing berbeda satu sama lain. Hal ini disebabkan karena pengaruh redaman akibat rugi-rugi lintasan propagasi yang didapat setiap *user* berbeda.

Tabel 2.3. Nilai RSCP

Range (dBm)	Kualitas
0 s/d -70	Sangat baik
-70 s/d -80	Baik
-80 s/d -90	Rata-rata
-90 s/d -100	Cukup
-100 s/d -120	Buruk

Sumber : TEMS *Pocket Sony Ericson K800i User's Manual*, 2007

2.8.2 Energy per Bit to Noise Density (E_b/N_o)

E_b/N_o adalah suatu parameter yang digunakan untuk menentukan laju data digital dan sebagai ukuran mutu standar untuk kinerja sistem komunikasi digital. Dilihat dari namanya, E_b/N_o dapat didefinisikan sebagai perbandingan energi sinyal per bit terhadap *noise*.

Energi per bit dalam sebuah sinyal dijelaskan sebagai berikut (Yang, 1998)

$$E_b = S \cdot T_b \quad (2-1)$$

Keterangan :

E_b : Energi bit sinyal (joule)

S : level sinyal (watt)

T_b : waktu yang diperlukan untuk mengirimkan 1 bit (detik)

Daya *noise signal* (N_o) yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan dijelaskan dalam persamaan (2).

$$N_o = k \cdot T \quad (2-2)$$

Keterangan :

N_o : daya sinyal *noise*

k : konstanta Boltzman, $1,381 \times 10^{-23} \text{ j}/^\circ\text{K}$

T : suhu ruang, 290°K

Jika suatu sinyal, digital atau analog, yang berisi data digital biner yang dipancarkan pada suatu laju data tertentu, R , dimana R dapat dihitung menggunakan persamaan (3).

$$R = \frac{1}{T_b} \quad (2-3)$$

Keterangan :

R : laju data (bps)

T_b : waktu yang diperlukan untuk mengirimkan 1 bit (detik)

Maka dengan mensubstitusikan nilai R pada persamaan (3) kedalam persamaan (1), persamaan E_b/N_o dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4).

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S/R}{N_o} = \frac{S/R}{kT} = \frac{S}{kTR} \quad (2-4)$$

Keterangan :

$\frac{E_b}{N_o}$: rasio *energy bit* terhadap *noise*

S : level sinyal (watt)

N : daya noise saluran transmisi (watt)

k : konstanta Boltzman. $1,381 \times 10^{-23} \text{ j/}^\circ\text{K}$

T : suhu ruang, 290°K

R : laju data (bps)

Jika sinyal ditransmisikan dalam suatu *bandwidth* tertentu, B , dimana nilai *bandwidth* sebanding dengan nilai kecepatan *chip* frekuensi, W , maka nilai E_b/N_o dapat dihitung menggunakan persamaan (5).

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S}{N} \cdot \frac{B}{R} \quad (2-5)$$

Dan,

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S}{N} \cdot \frac{W}{R} \quad (2-6)$$

Keterangan :

$\frac{E_b}{N_o}$: rasio *energy bit* terhadap *noise*

S : level sinyal (watt)

N : daya noise saluran transmisi (watt)

B : *bandwidth* (bps)

W : Kecepatan *chip* (bps)

R : laju data (bps)

2.8.3 Energy Carrier Per Noise (E_c/N_0)

Penerimaan sinyal pada suatu *node-B* memiliki dua parameter yaitu kuat sinyal yang diterima (RSCP) dan level sinyal pilot (E_c/N_0) yang merupakan perbandingan *energy per chip* terhadap *noise density*. Hubungan antara E_c/N_0 dan E_b/N_0 dapat dilihat pada persamaan (2-7) (Yang 2004:160):

$$E_c = S_c \cdot T_c \quad (2-7)$$

Dengan mendistribusikan nilai $R_c=1/T_c$ maka didapatkan persamaan (2-8):

$$E_c = \frac{S_c}{R_c} \quad (2-8)$$

Sehingga E_c/N_0 didapatkan pada persamaan (2-9):

$$\frac{E_c}{N_0} = \frac{S_c}{R_c \cdot N_0} \quad (2-9)$$

Diberikan bahwa *noise density* adalah total *noise* N dibagi dengan W, maka persamaan (2-10):

$$\frac{E_c}{N_0} = \frac{S_c \cdot W}{N \cdot R_c} \quad (2-10)$$

Jika dibuat suatu asumsi bahwa R_c (misalnya 3,84 Mcps) adalah hampir sama dengan W (misal 5 Mhz), maka E_c/N_0 sebanding dengan pilot power (S_c) dibagi dengan noise power (N). Sehingga persamaan (2-11) :

$$\frac{E_c}{N_0} \approx \frac{S_c}{I} \quad (2-11)$$

Kemudian untuk menghubungkan antara E_b/N_0 dengan E_c/N_0 digunakanlah persamaan (2-12) berikut:

$$N \approx I = \frac{S_c}{E_c / N_0} \quad (2-12)$$

Maka,

$$\frac{E_b}{N_0} \approx \frac{S_b \cdot W \cdot E_c}{S_c \cdot R_b \cdot N_0}$$

Sehingga,

$$\left(\frac{E_b}{N_0} \right) \approx \left(\frac{S_b \cdot W}{S_c \cdot R_b} \right)$$

Untuk $S_b=S_c$, maka dihasilkan persamaan (2-13)

$$\left(\frac{E_b}{N_0} \right) \approx \left(\frac{W}{R_b} \right) \tag{2-13}$$

keterangan :

$\frac{E_b}{N_0}$: rasio *energy bit* terhadap *noise*

$\frac{E_c}{N_0}$: rasio *energy chip* terhadap *noise*

R_b : laju data (bps)

W : Kecepatan *chip* (bps)

Tabel 2.4. Nilai E_c/N_0

Range (dB)	Kualitas
0 s/d -6	Sangat baik
-6 s/d -9	Baik
-9 s/d -12	Rata-rata
-12 s/d -15	Cukup
-15 s/d -25	Buruk

Sumber : TEMS *Pocket Sony Ericson K800i User's Manual*, 2007

2.8.4 Kapasitas user

Persamaan (2-6) memperlihatkan keterkaitan E_b/N_o dengan faktor *signal to noise ratio* (SNR) dengan perbandingan *bandwidth* (W) dan *bit rate* (R_b).

Diasumsikan kontrol daya pada sistem berjalan sempurna, maka SNR untuk sebuah UE adalah sebagai berikut : (Yang, 1998)

$$\frac{S}{N} = \frac{1}{M-1} \quad (2-14)$$

Keterangan :

S/N : *Signal to noise ratio* (dB)

M : Kapasitas sel (user/sel)

Jika persamaan (2-14) disubstitusikan ke persamaan (2-6) maka :

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{1}{M-1} \frac{W}{R_b} \quad (2-15)$$

Sehingga,

$$M - 1 = \frac{W/R_b}{E_b/N_o} \quad (2-16)$$

Jika nilai M besar maka,

$$M = \frac{W/R_b}{E_b/N_o} \quad (2-17)$$

2.8.5 Efek Sektorisasi

Interferensi dari user lain yang berbeda sel dapat dikurangi apabila sel tersebut disektorisasi. Sel dapat disektorisasi menjadi 3 atau 6 sektor. Dengan demikian, masing-masing sektor hanya menerima sinyal mencakup 60° atau 120° . Apabila sel dibagi dalam 3 sektor, maka dapat mengurangi pembebanan sebesar sebuah faktor 3. Faktor ini dikenal dengan *sectorization gain* (λ), untuk pembagian 3 sektor nilai λ adalah 2,5. Dari persamaan (2-17) dapat juga digunakan untuk menghitung faktor sektorisasi, yaitu (Yang, 1998)

$$M = \frac{W/R_b}{E_b/N_o} \times F \times \lambda \quad (2-18)$$

Keterangan :

- F : *Frequency Reuse* (untuk WCDMA nilainya 1)
 λ : Faktor sektorisasi (sektor)

2.8.6 Faktor aktifitas suara (v)

Selama pembicaraan berlangsung, tidak semua waktu pembicaraan terisi penuh. Ada waktu-waktu yang kosong, yaitu pada saat mendengarkan atau diam. Diperkirakan hanya sekitar 35-50% yang terisi selama pembicaraan. Keadaan seperti ini disebut *voice activity cycle*. Sistem WCDMA mampu mendeteksi keadaan seperti ini, dimana semua *user* menempati satu kanal radio, dimana jika *user* lain tidak aktif maka mengurangi interferensi pada kanal tersebut, maka interferensi total akan berkurang sehingga kapasitas sistem meningkat. Persamaan (2-18) dapat dikembangkan untuk menghitung efek aktifitas suara, sehingga menjadi (Yang, 1998)

$$M = \frac{W/R_b}{E_b/N_o} \times F \times \lambda \times \frac{1}{v} \quad (2-19)$$

Keterangan :

- v : Faktor aktifitas suara

2.8.7 Carrier to Interference Ratio (C/I)

Hubungan antara C/I dan E_b/N_o dapat dilihat dari persamaan (2-14) (Garg-Wilkes, 1996).

$$\frac{C}{I} = \left(\frac{R_b}{W}\right) \cdot \left(\frac{E_b}{I_o}\right) \quad (2-20)$$

Sedangkan E_b/I_o ialah energi per bit tiap kerapatan daya *signal interference*. Dan hubungan antara E_b/I_o dengan E_b/N_o terdapat pada persamaan (2-15) (Garg-Wilkes, 1996).

$$\frac{E_b}{I_0} = 10 \log \left(\frac{E_b}{N_0} \right) \quad (2-21)$$

Keterangan :

$\frac{C}{I}$: rasio *energy carrier* terhadap *interference* (dB)

$\frac{E_b}{N_0}$: rasio *energy bit* terhadap *noise*

$\frac{E_b}{I_0}$: rasio *energy bit* terhadap *interference* (dB)

R_b : laju data (bps)

W : Kecepatan *chip* (bps)

2.8.8 *Speech Quality Index (SQI)*

Secara umum, kualitas data atau suara di jaringan 3G/UMTS di ukur dengan parameter E_c/N_0 , bagaimanapun tidak akurat jika digunakan sebagai indikator kualitas sinyal. SQI adalah pengukuran yang lebih dikhususkan untuk menggambarkan kualitas suara.

Tabel 2.5. Nilai SQI

<i>Range</i>	Kualitas
18 s/d 30	Sangat baik
0 s/d 18	Baik
-20 s/d 0	Buruk

Sumber : Lingga Wardhana, 2011

2.8.9 *Call Setup Success Ratio (CSSR)*

CSSR adalah prosentase tingkat keberhasilan melakukan setup panggilan sehingga diperoleh kanal yang dipergunakan pada saat awal signaling. CSSR digunakan untuk mengukur tingkat ketersediaan jaringan dalam memberikan pelayanan baik berupa *voice call*, *video call*, maupun SMS (*Short Message Service*).

Pada perhitungan CSSR menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$CSSR = \frac{\text{call setup}}{\text{call attempt}} \times 100\% \quad (2-22)$$

2.8.10 *Call Dropped Ratio*

Call Dropped Ratio adalah prosentase banyaknya panggilan yang jatuh atau putus setelah kanal pembicaraan digunakan. Pada perhitungan *Call Dropped Ratio* ini digunakan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CDR = \frac{\text{call dropped}}{\text{call established}} \times 100\% \quad (2-23)$$

2.8.11 *Successfull Call Ratio*

Successfull Call Ratio adalah prosentase dari keberhasilan proses panggilan yang dihitung dari UE si penelepon melakukan panggilan sampai dengan panggilan tersebut terjawab oleh penerima. Pada perhitungan *successful call ratio* ini menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Successfull Call Ratio} = (CSSR \times (1 - CDR)) \times 100\% \quad (2-24)$$

2.8.12 *Handover Success Rate (HOSR)*

Handover Success Ratio adalah prosentase tingkat keberhasilan proses perpindahan sel pada UE selama melakukan percakapan secara mobile tanpa terjadi pemutusan hubungan. Adapun kriteria yang menyebabkan terjadinya handover antara lain : level penerimaan (RSCP), kualitas penerimaan (Ec/No), jarak MS-BTS, *power budget*, *Fast Uplink handover* (penurunan level sinyal secara drastis) dan trafik percakapan. Pada *Handover Success Ratio* ini menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\text{Handover Success Rate} = \frac{\text{handover succes}}{\text{handover attempt}} \times 100\% \quad (2-25)$$

2.8.13 *TEMS Investigation*

Tems Investigation adalah salah satu perangkat lunak yang merupakan salah satu *measurement tools* yang digunakan pada saat melakukan *drive test*. Pada skripsi ini *software* yang digunakan adalah *Tems Investigation 8.03*, Sony Ericson K800i

sebagai UE, dan GPS (*Global Positioning System*) yang berfungsi sebagai alat *parameter plotting* pada rute *drive test* yang dilalui.

TEMS sendiri merupakan singkatan dari *Total Electronic Migration Systems*. TEMS sebelumnya dikembangkan oleh Ericsson, namun kini teknologi TEMS telah di akuisisi oleh Ascom.

TEMS adalah suatu rangkaian perangkat yang digunakan untuk analisis dan optimasi jaringan seluler (biasanya digunakan dalam *drive test* maupun *walk test*) baik untuk menguji sinyal GSM, CDMA, 3G tergantung dari tipe TEMS investigation itu sendiri.

Parameter yang dapat diperoleh melalui *TEMS Investigation 8.03* adalah sebagai berikut :

- 1) UARFCN (*UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number*)
UARFCN menyederhanakan frekuensi yang digunakan oleh operator telekomunikasi, misalnya menyederhanakan 945.2 MHz sampai 952.4 MHz menjadi kanal nomer 51 sampai 87.
- 2) CGI (*Cell Global Identity*)
Cell Global Identity adalah metode untuk mengenali posisi UE berdasarkan *cell*. *Cell Global Identity* merupakan identitas *cell*, dan tiap *cell* mempunyai informasi CGI yang berbeda-beda.
- 3) RSCP
Kuat sinyal penerima yang menyatakan besarnya daya yang diterima oleh UE dari *node-b*.
- 4) Ec/No
Kualitas sinyal yang diterima oleh UE.
- 5) SQI
Indikator kualitas suara dalam keadaan *dedicated* dengan rentang -20 s.d 30, semakin besar semakin baik.