

# ANALISIS IMPLEMENTASI 2ND CARRIER HSDPA 15 CODE PADA JARINGAN WCDMA

YUFRIANA IMAMULHAK

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS NUSA PUTRA, SUKABUMI, INDONESIA

e-mail: [yufriana.imamulhak@nusaputra.ac.id](mailto:yufriana.imamulhak@nusaputra.ac.id)

## Abstract

The third generation Wideband Technology Division Multiple Access (WCDMA) is currently the only mobile technology that offers various services such as voice, video and high-speed service (HSDPA). WCDMA uses a single frequency of 5 MHz at a rate of 3.84 Mcps access which is shared by all users for all services. Increased demand for various services, especially high-speed data service (HSDPA) affect air interface capacity, power and hardware that already exists are not sufficient, so it requires capacity expansion.

In this study, the analysis performed on NodeB-NodeB capacity that has been done with the implementation of the 2nd carrier. There are several options for upgrading the capacity of such sectoral split, cell split, and the addition of carrier frequency. The addition of carrier is the most efficient way because there is no additional hardware, but the mobile operator shall have additional frequency license from regulator. Distribution strategy NodeB traffic handling in the 2nd carrier depends on a variety of business-oriented considerations that traffic release 99 or high-speed data service or both. Calculation and analysis aims to determine the maximum capacity of the channels that can be provided by the NodeB to the existing traffic after the addition of the carrier and to know the performance based on the value of the KPI (Key Performance Indicator) that have been determined.

**Keywords:** UMTS, WCDMA, Multiple Access, HSDPA

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan makin banyaknya operator di Indonesia maka tingkat persaingan makin tinggi. Operator seluler berusaha meningkatkan jumlah pelanggan salah satunya dengan tarif yang kompetitif dan layanan yang bagus untuk voice maupun data dalam hal *coverage, capacity, quality dan throughput*.

Dengan melihat perkembangan kebutuhan pelanggan saat ini untuk kebutuhan layanan release 99 (CS, PS) dan HSDPA bertambah cukup signifikan. Sebagai gambaran saat ini jenis traffic yang mampu di handle oleh WCDMA ada 2 yaitu release 99 (PS dan CS) dan HSDPA dengan maksimum 5 kode HS-PDSCH, semuanya ditangani oleh satu carrier yang berakibat menurunnya *cell capacity* dan kualitas signal. Penggunaan kode tersebut dibatasi sampai 5 kode HS-PDSCH dengan maksimum kecepatan data yang dapat dicapai adalah 3,6 Mbps, hal ini karena keterbatasan resource *air interface* pada sistem *shared resource* pada *single carrier*. Sehingga perlu adanya tambahan carrier atau 2nd carrier yang berfungsi membagi jenis traffic. *Carrier* yang kedua didedikasikan untuk pelanggan HSDPA sehingga resource *air*

*interface* mencukupi untuk dialokasikan 15 kode HS-PDSCH dengan kecepatan downlink mencapai 14,44 Mbps.

Sehingga tujuan dari analisa dari implementasi 2nd carrier adalah untuk meningkatkan throughput serta memperkecil interference antara layanan release 99 dan HSDPA. Penambahan 2nd carrier pada jaringan WCDMA merupakan salah satu teknologi yang mengadopsi konsep multiple access dengan menggunakan kode yang berbeda untuk setiap

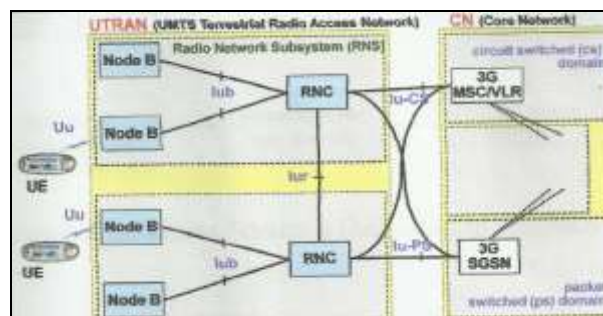
## 2. KAJIAN PUSTAKA

Pada sistem generasi ketiga ini didesain untuk komunikasi multimedia untuk komunikasi person-to-person dapat disajikan dengan tingkat kualitas gambar dan video yang baik, dan akses terhadap informasi serta layanan-layanan pada public dan private network akan disajikan dengan data rate dan kemampuan sistem komunikasi pada generasi ketiga ini lebih fleksibel. Sistem ini merupakan evolusi dari sistem CDMA. Infrastrukturnya mampu mendukung user dengan data rate tinggi, mendukung operasi yang bersifat asinkron, bandwidthnya secara keseluruhan 5 MHz dan didesain untuk dapat berdampingan

dengan sistem GSM. Sehingga sistem ini didesain dengan karakteristik tertentu dengan parameter-parameter sebagai berikut :

1. WCDMA merupakan suatu sistem wideband Direct-Sequence Code Division Multiple Access (DS-CDMA), dalam penjelasannya bit-bit informasi ditebar pada sebuah wide bandwidth dengan cara perkalian antara data user dengan bit-bit quadsdi-random (disebut chip-chip) yang berasal dari kode-kode spreading CDMA.
2. Chip rate dengan nilai 3.84 Mcps memandu sinyal user pada sebuah carrier bandwidth yaitu kira-kira 5 MHz. Sistem DS-CDMA biasanya yang dipakai sebelumnya dengan bandwidth sekitar 1 MHz, seperti pada IS-95, secara umum digunakan sebagai dasar narrowband pada system CDMA. Sudah menjadi sifat dari wide carrier bandwidth dari WCDMA mendukung high user data rate.
3. Sistem WCDMA mendukung variabel data rates user yang cukup besar. Data rate user dijaga konstan selama tiap 10, 20, 40 dan 80 ms frame tergantung kebutuhan QoSnya. Namun, kapasitas data diantara user-user dapat berubah dari frame to frame.
4. WCDMA mendukung operasi dua mode dasar: Frequency Division Duplex (FDD) dan Time Division Duplex (TDD). Pada mode FDD, frekuensi- frekuensi carrier dipisah 5 MHz untuk penggunaan uplink dan downlink masing- masing, sedangkan pada mode TDD hanya satu frekuensi 5 MHz dengan waktu yang dipakai bergantian (time-shared) antara uplink dan downlink. Dengan uplink sebagai koneksi dari mobile user ke arah base station, dan downlink sebagai koneksi dari base station ke arah mobile.

NodeB merupakan bagian cell site yang terdiri dari antenna , rak, serta komponen base station. Komponen radio terdiri dari bagian RF ( merupakan transceiver dan interface antenna), controller dan power supply. Transceiver nodeB dipisahkan oleh antara bagian transmitter dan receiver , transceiver mengkonversi sinyal ke dalam RF dan sebaliknya pada receiver. Komponen transceiver, receiver dan control digabung menjadi satu rak serta mengkombinasikan kanal-kanal control serta voice maupun data dalam satu kanal fisik tunggal. NodeB menghubungkan UE dengan interface Uu dan RNC dengan interface Iub dalam UTRAN seperti terlihat pada gambar 2.1

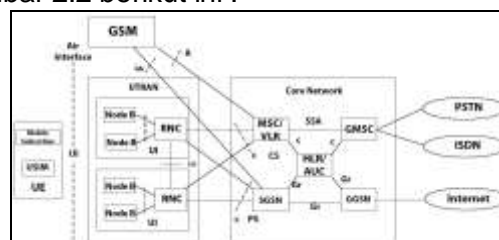


Gambar 2.1 Posisi nodeB dalam Jaringan WCDMA

Beberapa fungsi nodeB dalam jaringan WCDMA :

- ✓ Air Interface Management  
Mengontrol link uplink dan link downlink serta pengkonversian unit baseband ke unit RF
- ✓ Radio Cannel Function  
Melakukan mapping antara logical channel dan physical channel , bertanggung jawab terhadap proses spreading / dispreading pada *traffic* dan *signaling* user
- ✓ Transmission management  
Mengatur mekanisme ATM (Switching dan multiplexing) pada Iub Interface ,mengontrol hubungan AAL2/AAL5, serta bertanggungjawab terhadap proses transmisi E1,PDH,SDH atau *microwave*.
- ✓ O&M processing  
Befungsi sebagai pengaturan *remotely* , sehingga nodeB tersebut bisa diremote dari OMC (Operation and Maintenance Center), juga berfungsi sebagai alarm ketika terjadi masalah di nodeB tersebut .

Teknologi telekomunikasi wireless generasi ketiga (3G) yaitu Universal Mobile Telecommunication System (WCDMA). Universal Mobile Telecommunication System merupakan suatu evolusi dari GSM, dimana interface radionya adalah WCDMA, serta mampu melayani transmisi data dengan kecepatan yang lebih tinggi, kecepatan data yang berbeda untuk aplikasi-aplikasi dengan QoS yang berbeda. Arsitektur jaringan WCDMA terlihat pada Gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.2 : Arsitektur Jaringan 3G WCDMA

Dari gambar 2.2 terlihat bahwa arsitektur jaringan WCDMA terdiri dari perangkat-perangkat yang saling mendukung, yaitu *User Equipment* (UE), *WCDMA Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) dan *Core Network* (CN).

Jaringan akses radio menyediakan koneksi antara terminal mobile dan Core Network. Dalam UMTS jaringan akses dinamakan UTRAN (*Access Universal Radio electric Terrestrial*). UTRA mode UTRAN terdiri dari satu atau lebih Jaringan Sub-Sistem Radio (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 *Interface* dan Node B dihubungkan dengan satu *Interface*.

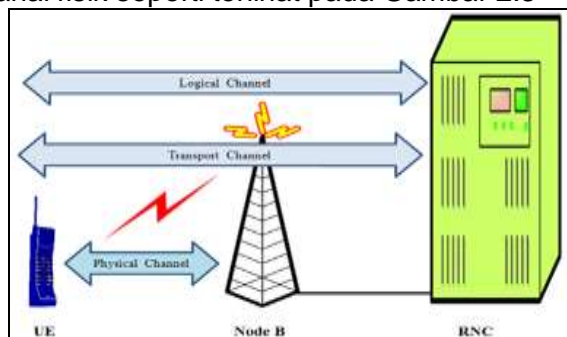
Jaringan Lokal (*Core Network*) menggabungkan fungsi kecerdasan dan transport. *Core Network* ini mendukung pensinyalan dan transport informasi dari trafik, termasuk peringanan beban trafik. Fungsi-fungsi kecerdasan yang terdapat langsung seperti logika dan dengan adanya keuntungan fasilitas kendali dari layanan melalui antarmuka yang terdefinisi jelas; yang juga pengaturan mobilitas. Dengan melewati inti jaringan, WCDMA juga dihubungkan dengan jaringan telekomunikasi lain, jadi sangat memungkinkan tidak hanya antara pengguna WCDMA mobile, tetapi juga dengan jaringan yang lain. Protokol pada *interface* Uu dan lu dibagi menjadi dua sesuai fungsinya, yaitu bagian *control plane* dan *user plane*. Bagian *user plane* merupakan protokol yang mengimplementasikan layanan *Radio Access Bearer* (RAB), misalnya membawa data *user* melalui *Access Stratum* (AS). Sedangkan *control plane* berfungsi mengontrol RAB dan koneksi antara *mobile user* dengan jaringan dari aspek : jenis layanan yang diminta, pengontrolan sumber daya transmisi, *handover*, mekanisme transfer *Non Access Stratum* (NAS) seperti *Mobility Management* (MM), *Connection Management* (CM), *Session Management* (SM) dan lain-lain.

Salah satu karakteristik yang terpenting dari WCDMA adalah kenyataan bahwa *power* merupakan *resource* yang *dishare* secara bersama-sama. Hal ini menjadikan sistem WCDMA sangat fleksibel dalam menyediakan paduan layanan dan layanan yang membutuhkan *variable bit rate*. *Radio Resource Management*

dilakukan dengan mengalokasikan *power* untuk setiap user (*call*), dan untuk menjamin bahwa kualitas sinyal tidak melampaui batas maksimum *interference* yang telah ditentukan. Tidak ada alokasi kode maupun *time slot* yang dibutuhkan ketika terjadi perubahan *bit rate*. Hal ini berarti bahwa alokasi *physical channel* tidak terpengaruh pada saat terjadi perubahan *bit rate*. Sistem WCDMA tidak membutuhkan perencanaan frekuensi, dikarenakan setiap *cell* menggunakan frekuensi yang sama.

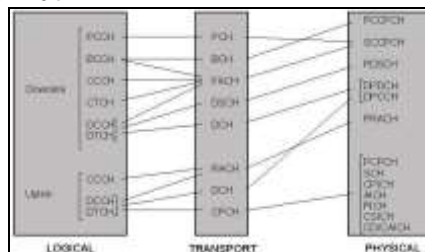
Setiap *radio frame* memiliki periode sebesar 10 ms yang dibagi ke dalam 15 *slot*, yang menggambarkan satu periode *power control*. *Power control* yang digunakan didasarkan pada SIR (*Signal to Interference Ratio*), dimana *fast closed loop* disesuaikan dengan SIR dan perubahan SIR target dilakukan oleh *outer loop*[3].

Kanal - kanal pada WCDMA terbagi atas tiga bagian yaitu kanal logic , kanal transport, kanal fisik seperti terlihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Pembagian kanal pada WCDMA

1. Kanal *Logic* : digunakan sebagai *interface* antara RLC dan layer MAC yang berisi tipe-tipe informasi yang akan di kirimkan.
2. Kanal *Transport* : digunakan sebagai interface antara MAC dan layer Physical yang berisikan bagaimana data dikirimkan melalui radio interface WCDMA.
3. Kanal Fisik : sinyal yang di transmisikan melalui kanal radio untuk arah uplink dan downlink. Pembagian kanal pada WCDMA dapat dilihat pada gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2.4 Pembagian kanal fisik pada WCDMA



*Handover* merupakan sekumpulan algoritma dan prosedur yang menjamin kelangsungan dari sebuah komunikasi antara UE dan jaringan pada kondisi bergerak dan kondisi *overload*. Pada kondisi bergerak, prosedur tersebut dibutuhkan untuk mempertahankan *connection* baik dalam sesama sistem WCDMA pada frekuensi yang sama melalui *intra frequency handover*, atau dengan frekuensi yang lain melalui *inter frequency handover*, atau dengan sistem yang lain melalui *Inter Radio Akses Teknologi* (IRATHO). Dengan adanya *rake receiver* pada kedua UE dan RBS memungkinkan UE di sambungkan dengan lebih dari satu sektor pada *dedicated channel*. Kondisi ini disebut *Soft Handover* atau *Softer Handover* jika UE dihubungkan dengan sektor yang berbeda pada *site* yang sama. Untuk kondisi *handover* dalam WCDMA dengan frekuensi yang lain atau dengan sistem yang lain (GSM) maka prosedur *Hard Handover* dilakukan.

Strategi Multi Carrier - Sesuai dengan pertimbangan pertimbangan bisnis ada beberapa strategi yang dapat dipertimbangkan dalam implementasinya pada jaringan WCDMA. Setiap pilihan mempunyai keuntungan maupun kerugian. Pada bagian ini akan dijelaskan 3 dasar tipe strategi yang sering digunakan yaitu konfigurasi hirarkis untuk menyeimbangkan mobility dan kapasitas, ekspansi kapasitas untuk handling trafik tinggi dan pemisahan layanan untuk meningkatkan efisiensi dari sistem.

### 3. METODOLOGI

Alokasi frekuensi WCDMA direpresentasikan dengan nilai UARFCN (*UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number*), nilai frekuensi carrier didapat dari persamaan berikut :

$$\text{UARFCN} = 5 \times (\text{Frequency in MHz})$$

..... [3.1]

Setiap operator di Indonesia akan memiliki identitas UARFCN yang berbeda-beda sesuai dengan regulasi dari hak lisensi pemegang frekuensi. Dalam pembahasan ini digunakan UARFCN 10663 dan 10638 dari salah satu operator di Indonesia dengan band kelas I yaitu 2100 MHz, untuk band ini sesuai dengan ketentuan dari 3GPP TS 25.104 yaitu jarak Uplink dan Downlink sebesar 190 MHz. Tabel 3.5

dan tabel 3.6 menunjukkan masing – masing alokasi frekuensi untuk tiap UARFCN.

Table 3.5 Frekuensi carrier pertama

UARFCN 10663	
Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
1940,1 - 1945,1	2130,1 - 2135,1

Table 3.6 Frekuensi carrier kedua

UARFCN 10638	
Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
1935,1 - 1940,1	2125,1 - 2130,1

### Spesifikasi site

Dalam perencanaan implementasi penambahan carrier (2nd carrier) dalam jaringan WCDMA memerlukan perhitungan baik dari sisi tipe dan kapasitas nodeB, berupa hardware yang sangat erat kaitannya dengan kapasitas *channel element*, *pipe* transmisi pada *luB interface* sampai spesifikasi antenna.

### Konfigurasi hardware

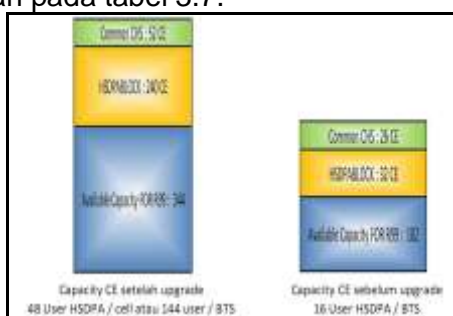
NodeB yang digunakan jaringan WCDMA di kota Palangkaraya adalah FlexiBTS yang merupakan produk dari Nokia Siemens Networks. Konfigurasi rack dan module untuk FlexiBTS seperti pada Gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Logical hardware nodeB

**Kapasitas Channel element (CE)** merupakan resource hardware terpenting yang ada pada setiap Node B, karena channel element dapat menentukan banyaknya user yang dapat terlayani oleh nodeB. Pada penelitian ini tipe nodeB yang dipakai FlexiBTS yang merupakan produk nodeB Nokia Siemens Networks. Untuk dapat melakukan implementasi penambahan 2nd carrier HSDPA 15 code ini diperlukan *upgrade* / penambahan module, karena konfigurasi module sebelumnya yaitu hanya 1 module *baseband* FSMB dengan maksimum *channel element*

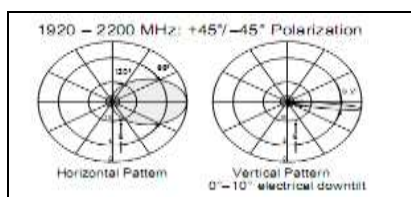
sebanyak 240 CE. Jumlah CE ini tidak mencukupi untuk kebutuhan implementasi ini. Untuk menambahkan kapasitas CE maka ditambahkan module FSMD, module ini mampu menampung CE sampai maksimum 396 CE. Penentuan kapasitas module tersebut dilakukan *inject license* yang dilakukan dari *Netact* melalui *license manager* berdasarkan *PO (Purchase Order) project*. Total CE dalam nodeB ini 636, dalam penelitian ini jumlah 636 CE ini tidak seluruhnya dapat dipakai untuk komunikasi, akan tetapi sebagian digunakan untuk dedicated CE untuk HSDPA scheduler 15 code sebanyak 240 CE per nodeB (80 CE per cell) dan *signalling* CCHs (Common Channels) 6 cell sebanyak 52 CE diperlihatkan pada tabel 3.7.



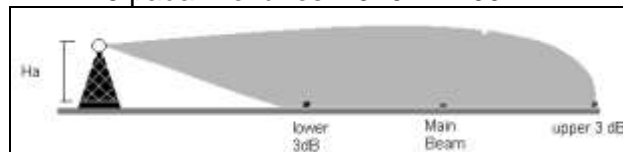
Gambar 3.4 Perbandingan sebelum dan sesudah penambahan CE

Pada Gambar 3.4 memperlihatkan pemetaan jumlah alokasi CE untuk jenis layanan (release 99 dan HSDPA) sebelum dan sesudah penambahan module.

Untuk jaringan WCMA kota Palangkaraya menggunakan antenna Kathrein 742 215. Antena tersebut termasuk kategori wideband cross polarized yang memiliki gain tinggi, sekitar 18 dBi, dan half beam width ( HBW ) horizontal sebesar 65 derajat pada frekuensi kerja 1920 – 2200 MHz. Karakteristik ini sangat tepat untuk area urban dimana jarak antar site cukup berdekatan. Kelengkapan lain dari antena ini yang sangat membantu adalah variable electrical tilt yang dapat diatur dari 0 derajat sampai 10 derajat. Berikut ini adalah spesifikasi antena Kathrein 742 215, yang terlihat pada gambar 3.5, Tabel 3.9, tabel 3.10 berikut :



Gambar 3.5 Polarisasi Antenna Kathrein 742 215 pada Frekuensi 1920 – 2200 MHz



Gambar 3.6 Beam Antena

### 3.4.5 Konfigurasi luB Interface

luB merupakan resource yang diperlukan untuk mengirimkan informasi data dari nodeB ke RNC ataupun sebaliknya. Pengirimannya menggunakan system Asynchronous Transfer Mode (ATM) yang menyebabkan proses delay akibat adanya penambahan overhead pada setiap layer-nya. Bandwidth luB terdiri dari:

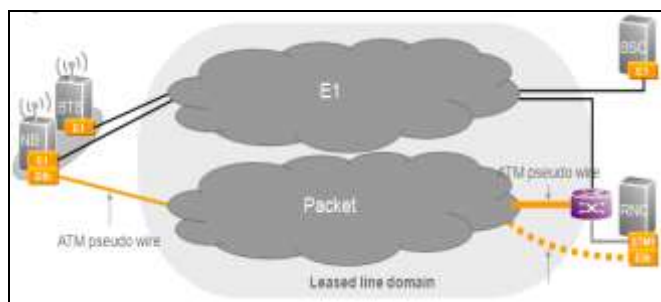
- ✓ O&M : Operation and Maintenance, alokasi bandwidth untuk kebutuhan untuk mengontrol alarms di RNC, downloading software antara BTS dan RNC, monitoring serta untuk konfigurasi secara remote
- ✓ CNBAP & DNBAP : alokasi bandwidth untuk kebutuhan *carries message* yang berkenaan dengan *setting-up* dan *releasing link radio*.
- ✓ AAL2 Signaling : Alokasi bandwidth untuk control signaling yang berhubungan dengan setting-up koneksi AAL2 pada penggunaan AAL2 user plane
- ✓ Userplane (U-Plane) Virtual Channel Connection (VCCs) dilakukan dengan AAL2, alokasi bandwidth ini yang membawa data informasi aktual.

VCCs diklasifikasikan ke beberapa tipe, tergantung dari trafic yang dibawa : RT (*real time*) DCH, NRT (*not real time*) DCH, HSDPA, HSUPA.

Untuk kapasitas luB pada nodeB dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{luB capacity} = \text{O\&M} + \text{CNBAP} + \text{DNBAP} + \text{AAL2 Signalling} + \text{User plane} \quad [3.2]$$

Untuk *pipe* transmisi dibedakan menjadi 2 yaitu konfigurasi E1 dan Ethernet ATM *pseudowire* yang diperlihatkan pada Gambar 3.7, tergantung dari traffic layanan yang dibawa, untuk layanan HSDPA akan dilewatkan melalui ethernet ATM *pseudowire* 30 Mbps.

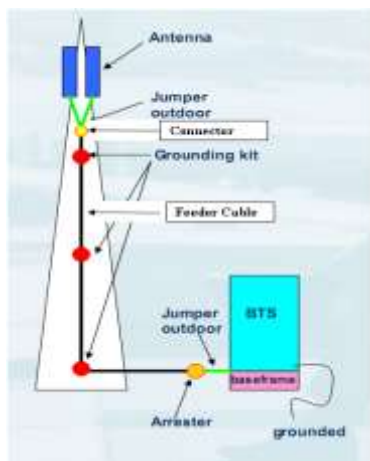


Gambar 3.7 Konfigurasi Hybrid backhaul konfigurasi E1 + Ethernet

### 3.6 Link budget WCDMA dan HSDPA

#### 3.7.1 Loss hardware

Rugi-rugi (*Loss*) merupakan salah satu hal penting yang mempengaruhi dalam perhitungan link budget. *Loss* tersebut bisa berasal dari *cable*, *jumper*, *connector* seperti terlihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16 Loss pada pemancar WCDMA

Link budget merupakan suatu proses perhitungan awal dalam mendesain suatu sistem komunikasi, menentukan jangkauan penerimaan sinyal, kapasitas dan kualitas untuk melayani kebutuhan dalam jaringan. Banyak faktor yang mempengaruhi dalam perhitungan link budget antara lain tipe layanan, penetrasi pasar, tipe lingkungan (urban, sub urban, rural), system konfigurasi yang berkaitan dengan loss (*loss* antena BTS, *BTS Power*, rugi-rugi kabel / jumper, *handover gain*, *pathloss*). Pada perhitungan link budget diperlukan kesepakatan antara pihak vendor dengan pihak operator baik dari segi material seperti tipe kabel, konektor, jumper, tinggi antenna dan jarak antenna ke *UE*. Dua factor yang biasa diketahui dalam perhitungan power link budget adalah frekuensi (MHz) dan TX Power (dBm), seperti terlihat Tabel 3.16:

Tabel 3.16 Frekuensi dan TX Power PT Telkomsel untuk implementasi 2nd carrier

Sistem	Layanan	Frekuensi (MHz)	TX Power	TX
--------	---------	-----------------	----------	----

			(dBm)	Power (W)
F1	Release 99	1940,1 – 1945,1 (Uplink) 2130,1 - 2135,1 (Downlink)	43	20
F2	Release 99 / HSDPA	1935,1 – 1940,1 (Uplink) 2125,1 – 2130,1 (Downlink)	43	20

Pada perhitungan link budget WCDMA untuk layanan release 99 tersebut berada di carrier pertama dengan downlink 2130,1 MHz dan 2nd carrier downlink 2125,1 MHz. Bertujuan untuk mengetahui total power yang ditransmisikan dari nodeB ke UE ke tiap RAB serta menghitung seberapa jauh cakupan dari sinyal yang ditransmisikan ke UE untuk tiap layanan RAB. Sebelum menghitungnya perlu diketahui parameter di sisi transmitter nodeB terlihat pada tabel 3.17 :

Tabel 3.17 Parameter *Transmitter* nodeB

Parameter	Nilai / satuan
Total Transmission Power	20 W = 43 dBm
$\eta$ (Load) maks user	85%
Control overhead	15%
Transmitter power TCH	$(1 - \text{control overhead}) \times \text{Total Power load maksimum} \times \text{maximum user per RAB}$
TX antenna gain	17,4253 dBi
TX cable loss	4

#### 3.7.2.1.1 EIRP Transmitter NodeB

Dari data di tabel 3.17 dapat dihitung EIRP per connection per RAB (Radio Access Bearer) dengan asumsi load  $\eta=85\%$ , yang merupakan nilai daya maksimum gelombang sinyal mikro yang keluar dari trasmitter antenna. Perhitungan ini merupakan penjumlahan daya output TCH dari trasmitter antenna dengan gain antenna dikurangi dengan *line loss* seperti terlihat pada persamaan berikut :

$$\text{Transmitter EIRP(db)} = \text{Transmit power per TCH (dBw)} - \text{line losses} + \text{antena gain(dBi)} \quad [3.9]$$

Sedangkan untuk transmit power per TCH (dBw) sesuai dengan persamaan berikut :

$$\text{Transmitter power TCH} = \frac{(1 - \text{control overhead}) \times \text{Total Power load target} \times \text{maximum user per RAB}}{1} \quad [3.10]$$

Untuk layanan voice 12,2 Kbps, dengan asumsi semua power hanya untuk layanan tersebut, maka kebutuhan power per connection dalam kondisi load 85% dengan maksimum user downlink adalah 66 (hasil dari perhitungan maksimum kanal per RAB)

$$\text{Transmitter power TCH} = \frac{(1-0.15) \times 20 \text{ W}}{0.85 \times 66} = 0,30303 \text{ W} \sim$$

**24,81 dBm**

$$\text{Transmitter EIRP(db)} = 24,81 \text{ dBm} - 4,4 \text{ dB} + 17,4253 \text{ dB}$$

$$= 37,84 \text{ dBm}$$

Dengan bantuan Microsoft excel 2007 didapat iterasi untuk persamaan [3.9] **Transmitter EIRP** dan persamaan [3.10] untuk **Transmitter power TCH per connection** masing – masing layanan dalam kondisi load 85% diperlihatkan pada table 3.18 :

Tabel 3.18 EIRP per connection  $\eta=85\%$

Services	Bitrate	Power TCH	EIRP
Voice AMR	12.2 Kbps	24,81 dBm	37,84 dBm
CS-64 (Video Call	64 Kbps	31,87 dBm	44,89 dBm
PS-64	64 Kbps	30,96 dBm	43,99 dBm
PS-128	128 Kbps	33,97 dBm	47,00 dBm
PS-384	384 Kbps	36,98 dBm	50,01 dBm

**Received Signal Code Power (RSCP)** merupakan nilai kuat sinyal yang diterima oleh receiver pada user. RSCP minimum dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{RSCP}_{\min} \text{ (dBm)} = \text{EIRP} - \text{wall loss (penetration loss)} - \text{body loss} - \text{Max Propagation loss} - \sum (\text{handover} + \text{fading margin}) \dots [3.11]$$

Dari persamaan [3.11] perlu diketahui rugi-rugi termasuk maksimum *propagation loss downlink* (rugi-rugi propagasi arah downlink) sesuai persamaan [3.11] . Besarnya maksimum *propagation loss downlink* yang diperbolehkan banyak dipengaruhi oleh parameter-parameter dari receiver UE dan margin seperti diperlihatkan pada Tabel 3.19

Tabel 3.19 Parameter receiver (UE) dan Margin

Parameter	Nilai
Thermal noise density	-174 dBm/Hz
Receiver noise figure	8 dB

Required Eb/No	Eb/No RAB
RX Body loss	2 dB
Soft Handover gain	1 dB
Shadow Fading Margin	7,5 dB
Receiver noise density (thermal noise density + receiver noise figure)	-166 dBm
Receiver noise power (Receiver noise density + 10 log (3840000))	-100,157 dBm
Processing gain (10 x log (3840000/Rrab), Rrab=12,2 Kbps, 64 Kbps, 128Kbps, 384 Kbps)	12Kbps ~ 24,97 dB 64Kbps ~ 17,78 dB 128 Kbps ~ 14,77 dB 384 Kbps ~ 10 dB
Interference margin (-10log(1- $\eta$ ))	8,23 dB
Required signal power (Required Eb/No – Processing gain + Receiver noise power+Interference margin)	12Kbps ~ -109,89 dB 64Kbps ~ -103,69 dB 128 Kbps ~ -101,68 dB 384 Kbps ~ -96,91 dB

Sedangkan untuk maksimum *loss propagasi* dari data-data tersebut sesuai dengan persamaan berikut :

$$\text{L}_{\text{propagasi downlink}} \text{ (dB)} = \text{EIRP TCH} - \text{Required signal power} + \text{Soft HO gain} - \text{Shadow Margin} \dots [3.12]$$

Dari persamaan [3.12] serta nilai EIRP masing-masing RAB Tabel 3.18 dan parameter di sisi receiver UE Tabel 3.19 didapat iterasi besarnya masing- masing maksimum *loss propagasi* yang diperbolehkan per RAB seperti pada Tabel 3.20 :

Tabel 3.20 Maksimum *Loss propagasi downlink* per RAB load 85%

SERVICES	Downlink	
	Eb/NO	Lpropagasi
Voice AMR	7,9 dB	140.33 dB
CS-64	6 dB	142.09 dB
PS-64	5 dB	142.19 dB
PS-128	4,7 dB	142.49 dB
PS-384	4,8 dB	140.63 dB

Dari hasil iterasi EIRP pada tabel 3.18 dan maksimum *loss propagasi downlink* pada tabel 3.20 serta dari persamaan [3.11] didapat nilai **RSCP minimum** per RAB yang diterima di sisi User seperti terlihat pada Tabel 3.21 :

Tabel 3.21 **RSCP<sub>Min</sub>** untuk tiap RAB

SERVICES	Downlink	
	Eb/NO	RSCP <sub>Min</sub>
Voice AMR	7,9 dB	-112.99 dBm
CS-64	6 dB	-107.7 dBm
PS-64	5 dB	-108.7 dBm
PS-128	4,7 dB	-105.99 dBm



PS-384	4,8 dB	-101.12 dBm
--------	--------	-------------

### Radius maksimum arah downlink

Setelah mengetahui maksimum rugi-rugi propagasi, dengan bantuan dari persamaan *Okumura-hata path loss model* didapat maksimum daerah cakupan dari transmitter nodeB tersebut sesuai persamaan [3.12], dari rumusan tersebut dapat dihitung daerah cakupan maksimum dengan load tertentu per RAB,

$$\text{Log } R = \frac{\text{Loss Propagasi} - 46.3 - 33.9 \log f + 13.82 \log hb + \text{MSgain}}{44.9 - 6.55 \log hb} \quad [3.13]$$

R : Radius (Km)  
 L<sub>propagasi</sub> : sesuai dengan tabel 3.20  
 f : 2130 Mhz  
 MSgain : MS antenna gain function (large city)  
 $3.2 \times (\log(11.75 h_{MS}))^2 - 4.97$   
 H<sub>ms</sub> : tinggi antenna UE yaitu 1,5 m  
 H<sub>b</sub> : tinggi antenna nodeB yaitu 72 meter

Dengan bantuan Microsoft excel 2007 didapat literasi dari persamaan [3.13] untuk radius downlink seperti pada tabel 3.22 :

Tabel 3.22 radius downlink per RAB ( $\eta=85\%$ )

SERVICES	Downlink	
	Eb/NO	R (Km)
Voice AMR	7,9 dB	1.93
CS-64	6 dB	2,1
PS-64	5 dB	2,2
PS-128	4,7 dB	2,24
PS-384	4,8 dB	1,97

### 3.7.2.2 Link budget arah uplink WCDMA

#### 3.7.2.2.1 EIRP Transmitter UE

Pada perhitungan EIRP link budget arah uplink sama halnya dengan perhitungan arah downlink (BTS ke UE), yaitu untuk mengetahui besarnya power Tx dari UE ke arah nodeB dikurangi dengan *body loss* seperti pada persamaan [3.14]. Berikut karakteristik dari transmitter UE diperlihatkan pada tabel 3.23:

Tabel 3.23 Parameter transmitter UE

Parameter
Transmission power
TX body loss

$$\begin{aligned} \text{Transmitter EIRP} &= \text{Tx power} - \text{Tx body loss} \\ &= 20,967 \text{ dBm} - 2 \text{ dB} = 18,967 \text{ dBm} \end{aligned} \quad [3.14]$$

#### 3.7.2.2.2 RSCP pada Receiver nodeB

Perhitungan RSCP pada sisi receiver NodeB merupakan nilai kuat sinyal yang diterima oleh receiver pada sisi nodeB. RSCP minimum dapat dihitung dengan persamaan [3.15]

$$\text{RSCP}_{\min} \text{ (dBm)} = \text{Transmitter EIRP} - \text{wall loss (penetration loss)} - \text{body loss} - \text{Max Propagation loss uplink} - \sum (\text{handover} + \text{fading margin}) \quad [3.15]$$

Sama seperti dengan perhitungan untuk RSCP arah downlink, dari persamaan [3.15] perlu diketahui rugi-rugi termasuk maksimum *propagation loss uplink* (rugi-rugi propagasi arah uplink) yang ditunjukkan pada persamaan [3.16]. Besarnya maksimum *propagation loss downlink* yang diperbolehkan banyak dipengaruhi oleh parameter-parameter dari receiver UE dan margin seperti diperlihatkan pada tabel 3.24 :

Tabel 3.24 Parameter Receiver nodeB

Parameter	Nilai
Thermal noise density	-174 dBm/Hz
Receiver noise figure	5 dB
Required Eb/No	Eb/No RAB
Rx antenna gain	17,42 dB
Soft Handover gain	2 dB
Shadow Fading Margin	7,5 dB
Rx Cable loss	4,4 dB
Diversity gain	3 dB
Fast Fading margin	3 dB
Receiver noise density (thermal noise density + receiver noise figure)	-169 dBm
Receiver noise power (Receiver noise density + 10 log (3840000))	-103,157 dBm
Processing gain (10 x log (3840000/Rab), Rab=12,2 Kbps, 64 Kbps, 128Kbps, 384 Kbps)	12Kbps ~ 24,97 dB 64Kbps ~ 17,78 dB 128 Kbps ~ 14,77 dB 384 Kbps ~ 10 dB
Interference margin (-10log(1-η))	8,23 dB



Required signal power ( <i>Required Eb/No – Processing gain + Receiver noise power+Interference margin</i> )	12Kbps ~ -115,59 dB 64Kbps ~ -110,69 dB 128 Kbps ~ -107,98 dB 384 Kbps ~ -103,52 dB
--	--

$L_{propagasi\ uplink} = EIRP + \sum Gain - \sum Margin - \sum Loss - \text{Required signal power}$  [3.16]

$L_{propagasi\ uplink} = EIRP + (Rx\ Antena\ Gain + Soft\ HO\ gain + Diversity\ gain) - (Fast\ fading\ margin + Shadow\ fading\ margin) - Rx\ Cable\ loss - Required\ signal\ Power$

Dari persamaan [3.16] didapat iterasi untuk *loss* propagasi maksimum uplink dengan asumsi load 85% seperti pada tabel 3.25

Tabel 3.25 Loss propagasi maksimum uplink (Load=85%)

SERVICES	Uplink	
	Eb/NO	$L_{propagasi\ uplink}$
Voice AMR	4,4 dB	141.99 dB
CS-64	2 dB	139.59 dB
PS-64	2 dB	139.59 dB
PS-128	1,7 dB	136.88 dB
PS-384	1,4 dB	132.41 dB

Dari hasil perhitungan EIRP *transmitter UE* dari persamaan [3.14] dan maksimum *loss* propagasi *uplink* pada tabel 3.25 serta dari persamaan RSCP minimum [3.11] didapat nilai RSCP *minimum* pada receiver per RAB yang diterima di sisi NodeB seperti terlihat pada Tabel 3.26 :

Tabel 3.26 RSCP<sub>Min</sub> untuk tiap RAB

SERVICES	Downlink	
	Eb/NO	RSCP <sub>Min</sub>
Voice AMR	4,4 dB	-132.52
CS-64	2 dB	-130.12
PS-64	2 dB	-130.12
PS-128	1,7 dB	-127.41
PS-384	1,4 dB	-122.94

### 3.7.2.2.3 Radius maksimum arah uplink

Dari data maksimum *loss* propagasi per RAB pada tabel 3.25 maka dapat dihitung radius maksimum arah uplink dengan rumusan *Okumura-hata* :

$\log R =$

$$\frac{Loss\ Propagasi - 46.3 - 33.9 \log f + 13.82 \log hb + MS_{gain}}{44.9 - 6.55 \log hb} \quad [3.17]$$

Dengan menggunakan rumusan [3.17] didapatkan maksimum radius arah uplink untuk tiap layanan RAB dengan asumsi load 85% yang diperlihatkan pada tabel 3.27

Tabel 3.27 radius Uplink per RAB ( $\eta=85\%$ )

SERVICES	Uplink	
	Eb/NO	R (Km)
Voice AMR	4,4 dB	2.17
CS-64	2 dB	1.83
PS-64	2 dB	1.83
PS-128	1,7 dB	1.51
PS-384	1,4 dB	1.1

Daerah cakupan (*cell range*) mix antara downlink dan uplink diambil nilai cakupan terkecil dikarenakan agar masih terjaga hubungan dari *UE* ke Base stasion maupun sebaliknya yang diperlihatkan pada tabel 3.28

Tabel 3.28 radius Uplink per RAB ( $\eta=85\%$ )

SERVICES	Cell range R (Km)
Voice AMR	1,93
CS-64	1,83
PS-64	1,83
PS-128	1,51
PS-384	1,10

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ini menghitung kapasitas kanal maksimum yang dapat disediakan per RAB, perhitungannya diasumsikan load maksimum 100% untuk tiap *carrier*nya. Berdasarkan implementasi, RNC membatasi load maksimum 50% untuk release 99 pada 2nd *carrier* arah downlink, karena 50% sisanya adalah alokasi minimum untuk *resource* HSDPA.

Pada arah uplink release 99 bisa menggunakan *resource* hingga 100% baik untuk *carrier* pertama maupun 2nd *carrier*. Parameter input untuk persamaan [3.3] menggunakan parameter pada tabel 4.1 dan 4.2, nilai tersebut berdasarkan referensi vendor. Dengan bantuan Microsoft excel 2007 didapatkan iterasi hasil perhitungan dari persamaan [3.3] didapat nilai

maksimum kanal uplink per RAB untuk carrier pertama seperti terlihat pada tabel 4.3

Tabel 4.1 Input perhitungan untuk kapasitas uplink

Layanan	Bit Rate (KBPS)	Eb/No [dB]	v	W	i
Voice	12,2	4,4	0,67	3840000	65%
Video	64	2,0	1	3840000	65%
PS-64	64	2	1	3840000	65%
PS-128	128	1,4	1	3840000	65%
PS-384	384	1,7	1	3840000	65%

Tabel 4.2 Input perhitungan untuk kapasitas downlink

Layanan	Bit Rate (Kbps)	Eb/NO [dB]	v	$\alpha$	W	i
Voice	12,2	7,4	0,67	50%	3840000	65%
CS-64 (video)	64	5,0	1,0	50%	3840000	65%
PS-64	64	3,7	1,0	50%	3840000	65%
PS-128	128	3,4	1,0	50%	3840000	65%
PS-384	384	3,4	1,0	50%	3840000	65%

Tabel 4.3 Kapasitas kanal per RAB uplink carrier pertama

Layanan	Uplink	
	Eb/No [dB]	Kapasitas kanal
Voice AMR	4,4	103,37
CS-64	2,0	22,92
PS-64	2	22,94
PS-128	1,4	13,17
PS-384	1,7	4,09

Untuk menghitung kapasitas kanal untuk *downlink* digunakan persamaan [3.4] dan tabel 4.2 sebagai inputan parameter, didapat hasil perhitungan kapasitas nodeB carrier pertama per RAB seperti terlihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Kapasitas kanal per RAB downlink carrier pertama

Layanan	Downlink	
	Eb/No [dB]	Kapasitas
Voice AMR	7,4	74,33
CS-64 (video)	5,0	16,49
PS-64	3,7	22,25
PS-128	3,4	11,92
PS-384	3,4	3,97

Dengan asumsi perhitungan maksimum kanal release 99 untuk 2nd carrier adalah sama seperti carrier yang pertama, maksimum load kapasitas downlink 2nd carrier maksimum hanya sampai 50% dari arah downlink sedangkan untuk uplink sampai 100%, hasil perhitungannya seperti terlihat pada tabel 4.5 :

Tabel 4.5 Kapasitas kanal per RAB uplink dan downlink 2nd carrier

Layanan	Uplink		Downlink	
	Eb/No [dB]	Kapasitas	Eb/No [dB]	Kapasitas
Voice AMR	4,4 dB	103,37	7,4	37.165
CS-64 (video)	2 dB	22,92	5,0	8.245
PS-64	2 dB	22,94	3,7	11.125
PS-128	1,4 dB	13,17	3,4	5.96

PS-384	1,7 dB	4,09	3,4	1.985
--------	--------	------	-----	-------

Sehingga total kapasitas nodeB per sektornya dapat dihitung dari hasil penjumlahan pada tabel 4.3 , tabel 4.4 dan tabel 4.5 untuk layanan release 99 seperti terlihat pada tabel 4.6 :  
Tabel 4.6 Kapasitas kanal per sektor RAB release 99

Layanan	Uplink		Downlink	
	Eb/No [dB]	Kapasitas	Eb/No [dB]	Kapasitas
Voice AMR	4,4 dB	206.74	7,4	111.49
CS-64 (video)	2 dB	45.84	5,0	24.73
PS-64	2 dB	45.88	3,7	33.37
PS-128	1,4 dB	26.34	3,4	17.88
PS-384	1,7 dB	8.18	3,4	5.955

Dari tabel 4.6 menunjukan bahwa tiap layanan memiliki kapasitas berbeda-beda yang dipengaruhi oleh bitrate serta energy bit per total noise (Eb/No). Eb/No merupakan besarnya *energy* minimum yang diperlukan untuk mengirim sinyal informasi data ke nodeB (Uplink) atau dari nodeB ke UE (downlink). Nilai ini bergantung pada C/I yang mempengaruhi kualitas layanan (Quality Of Services) , pada asumsi ini penggunaan nilai Eb/No berdasarkan *requirement* referensi vendor.

Nilai dari voice activity factor yang digunakan adalah 0,67 untuk *voice* sedangkan untuk data adalah 1,0 . Pada kenyataannya , dalam suatu hubungan tidak 100% terjadi komunikasi , terkadang user dalam keadaan terhubung tanpa mengirimkan informasi (suara). Faktor interferensi yang digunakan adalah 65% untuk nodeB 3 sektor, Sedangkan factor orthogonal yang digunakan sebesar 50%, hal tersebut untuk menjamin cross-correlation dan meminimalkan interferensi antar user.

Berdasarkan pada tabel 4.6, total throughput nodeB per sektornya untuk layanan release 99 dapat ditentukan bitrate *offeringnya* yaitu jumlah kanal dikalikan dengan bit rate RAB , seperti pada tabel 4.7

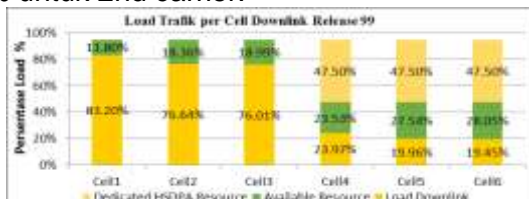
Tabel 4.7 Total Offering Throughput (Kbps) untuk tiap layanan RAB per sektor

Layanan	Bit rate	Uplink		Downlink	
		Kanal	Kbps	Kanal	Kbps
Voice AMR	12,2 Kbps	206.74	2522.22	111.49	1360.17
CS-64 (video)	64 Kbps	45.84	2933.76	24.73	1582.72
PS-64	64 Kbps	45.88	2936.32	33.37	2135.68
PS-128	128 Kbps	26.34	3371.52	17.88	2288.64
PS-384	384 Kbps	8.18	3141.12	5.955	2286.72

Perhitungan kanal maksimum ini adalah ketika cell tersebut hanya diperuntukan hanya melayani RAB tersebut. Sehingga diperlukan perhitungan berdasarkan trafik setelah penambahan 2nd carrier secara simultan untuk mengetahui load dari eksisting network. Dalam perhitungan ini diambil contoh nodeB DIPONEGOROMW. Pada penelitian ini diamati trafik sesudah implementasi penambahan 2nd carrier pada saat *peak hour*, data yang diambil merupakan data statistic di RNC saat *peak hour* dari pengamatan beberapa hari. Dari data tersebut diperoleh trafik pada masing-masing *cell carrier* seperti terlihat pada *Lampiran1 Bagian 1*.

Dari data tersebut dilakukan perhitungan untuk melihat besarnya *load* trafik eksisting terhadap jumlah kanal maksimum yang disediakan masing-masing carrier. Dengan bantuan Microsoft excel 2007 didapat iterasi besarnya persentasi dari load setelah implementasi 2nd carrier seperti terlihat pada tabel 4.8, tabel 4.9, tabel 4.10, tabel 4.11, tabel 4.12 dan tabel 4.13.

masing-masing 53.37%, 34.24%, 39.1% untuk carrier pertama dan 44.14%, 46.37%, 46.54% untuk 2nd carrier.



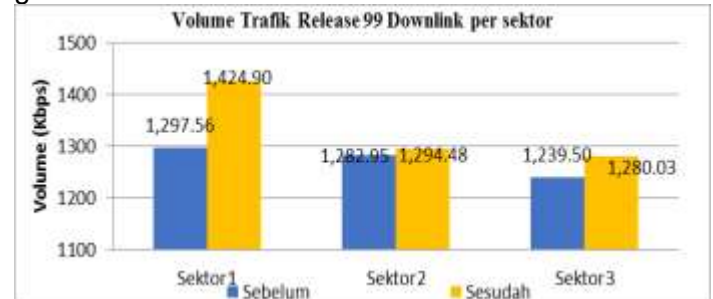
Gambar 4.1 Kondisi load trafik per cell Downlink setelah implementasi 2nd carrier



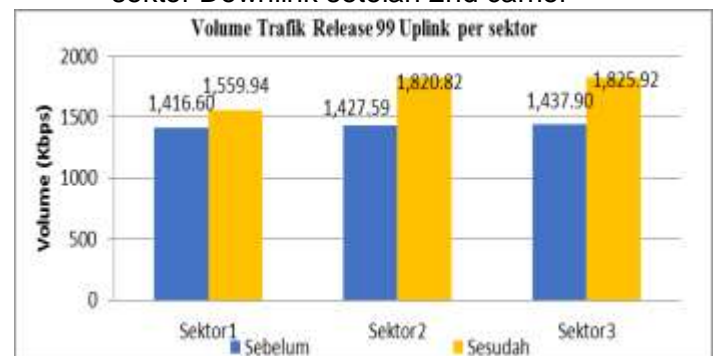
Gambar 4.2 Kondisi load trafik per cell Uplink setelah implementasi 2nd carrier

Bila dibandingkan dengan kondisi load trafik sebelum implementasi seperti pada tabel 4.14, merupakan hasil perhitungan lampiran 2 bagian 2, load dari cell 1,2,3 (carrier pertama) mengalami sedikit penurunan pada arah downlink karena user yang sudah *connected* menggunakan layanan data release 99 (PS64, PS128, PS384) akan tetap berada di carrier pertama. Sedangkan terjadi penurunan *load* signifikan pada arah uplink, hal tersebut dikarenakan *load* arah *uplink* sebagian besar trafik data *user* saat menggunakan layanan HSDPA, dalam kondisi ini

user tetap berada di 2nd carrier. Namun secara keseluruhan *traffic volume* trafik rata-rata pada tiap sektor mengalami kenaikan setelah implementasi 2nd carrier seperti terlihat pada gambar 4

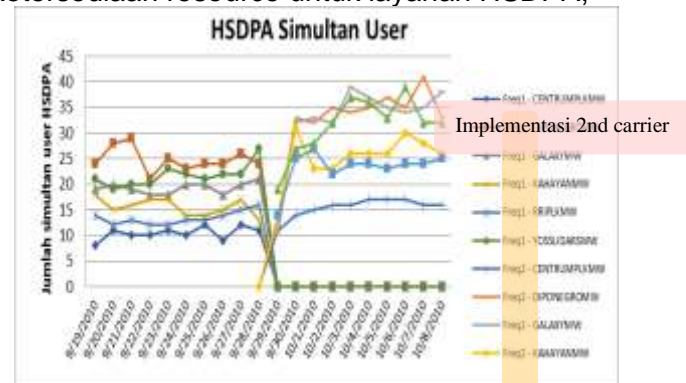


Gambar 4.3 Volume trafik rata-rata release 99 per sektor Downlink setelah 2nd carrier



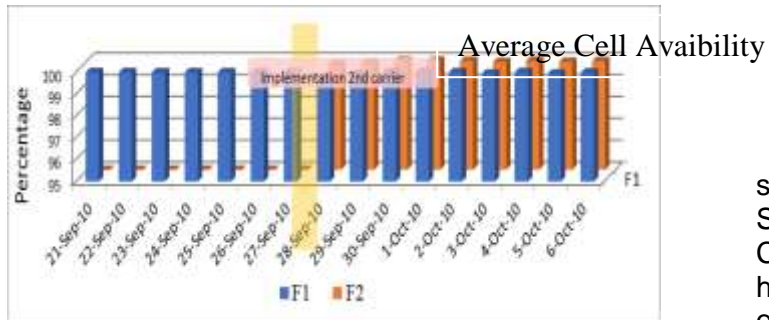
Gambar 4.4 Volume trafik release 99 per sektor Uplink

Berdasarkan pengukuran statistik di RNC selama 1 minggu sebelum dan sesudah implementasi selama periode penambahan 2nd carrier, jumlah pengguna simultan HSDPA meningkat per sektornya. Jumlah maksimum simultan user HSDPA berdasarkan measurement terlihat pada tabel 4.15 dan gambar 4.5, F1 merupakan carrier pertama dan F2 adalah 2nd carrier, setelah implementasi 2nd carrier (28 September 2010) user HSDPA akan dihandle oleh 2nd carrier (F2). Peningkatan jumlah simultan user HSDPA banyak dipengaruhi oleh ketersediaan resource untuk layanan HSDPA,



Gambar 4.5 Jumlah maksimum Simultan User HSDPA

Persentase *Cell Availability* merupakan jumlah waktu kondisi cell tersebut aktif dan mampu untuk menghandle *traffic* dibandingkan dalam periode tertentu, data yang diambil merupakan statistic dari RNC dengan persentase per hari seperti pada Gambar 4.6. Sample measurement diambil beberapa hari sebelum dan sesudah aktifasi 2nd Carrier.



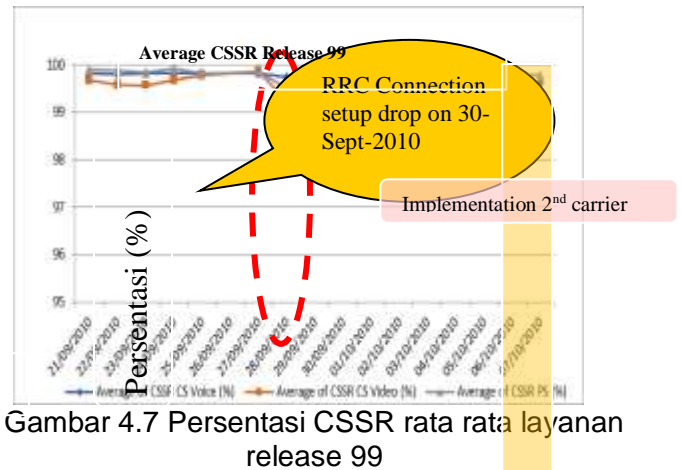
Gambar 4.6 Cell availability rata-rata

CSSR adalah presentasi tingkat keberhasilan melakukan setup panggilan sampai diperoleh kanal yang dipergunakan pada saat awal signaling. CSSR merupakan persentase keberhasilan dalam panggilan yang salah satunya faktornya ditentukan oleh ketersediaan resource, dengan adanya pemisahan layanan HSDPA ke 2nd carrier akan menjamin ketersediaan resource power maupun kode untuk layanan release 99. Skala penilaian dari CSSR seperti terlihat pada tabel 4.16 berdasarkan referensi Operator layanan

Tabel 4.16 Penilaian CSSR referensi Operator Layanan

Niai CSSR (%)	kategori
95%	Sangat baik
90 – 95%	Baik
80-90%	Cukup Baik
<80%	Kurang baik

Dari hasil pengukuran pada statistic RNC seperti terlihat pada *lampiran 7 bagian 1* didapat pola grafik seperti pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Persentasi CSSR rata rata layanan release 99

Dari hasil pengukuran statistik di RNC seperti terlihat pada gambar 4.7, untuk tanggal 30 September 2010 terlihat persentase rata-rata CSSR voice dan video mengalami penurunan hingga di bawah 98%. Hal tersebut didistribusi oleh performansi site RRIPLKMW dan site KAHAYANMW seperti terlampir pada lampiran 7 yang menurun hingga 91%, setelah dilakukan penggantian module *base band* dikarenakan *degraded capacity* performansi site tersebut kembali normal dan memenuhi persyaratan nilai KPI sesuai tabel 3.31 yaitu  $\geq 98\%$

#### 4.2.3 Call Completion Success Rate (CCSR) rel 99

CCSR merupakan tingkat kesuksesan suatu hubungan sejak tersambung hingga salah satu pihak melakukan pemutusan hubungan, berikut penilaian untuk CCSR seperti pada tabel 4.17 berdasarkan requirement dari Operator layanan :

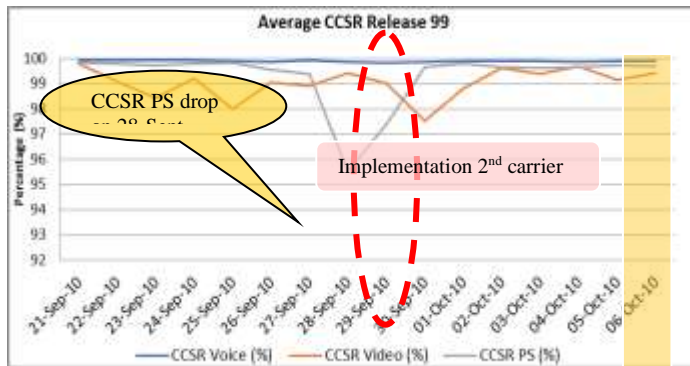
Tabel 4.17 Penilaian CSSR referensi Operator Layanan

Niai CSSR (%)	kategori
$\geq 98\%$	Sangat baik
93 – 95%	Baik
80-90%	Cukup Baik
<80%	Kurang baik

Pengukuran yang diambil berdasarkan nilai statistik di RNC seminggu sebelum dan sesudah implementasi 2nd carrier. Statistik yang digunakan merupakan nilai rata-rata CCSR dari 6 nodeB (CENTRUMPLKMW, DIPONEGOROMW, KAHAYANMW, RRIPLKMW, YOSSUDARSOMW)

Dari hasil pengukuran pada statistic RNC seperti terlihat pada *lampiran 7 bagian 2* didapat pola grafik seperti pada Gambar 4.8

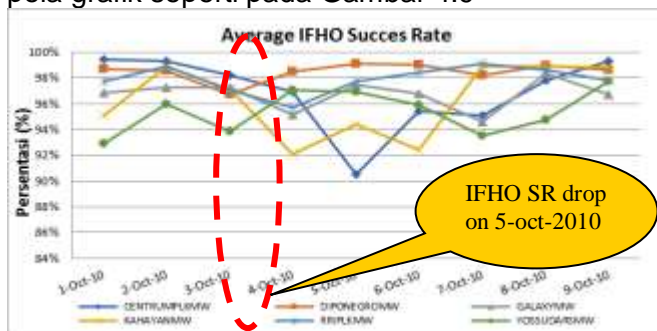




Gambar 4.8 CCSR rata-rata layanan release 99

Seperti terlihat pada Gambar 4.8 CCSR rata-rata drop hingga di bawah 96%, hal ini didistribusi oleh site KAHAYANMW dan RRIPLKMW drop ke persentase 79%. Setelah diadakan optimasi untuk parameter *CPICHtoRefRABOffset* yang merupakan nilai parameter *offset* transmisi dari primary CPICH dan referensi alokasi maksimum power transmisi arah downlink, kedua site tersebut kembali normal. Dari hasil tersebut sudah memenuhi persyaratan nilai KPI sesuai tabel 3.32 yaitu 98% ≤. Data-data yang diambil merupakan statistik pengukuran yang dilakukan oleh RNC pada masing-masing nodeB 1 minggu sebelum dan sesudah implementasi 2nd carrier, pengukuran tersebut dilakukan untuk mengetahui persentase keberhasilan melakukan handover untuk *Intra Inter-frequency HO*, *Inter System Handover 3G to 2G* dan *SHO (Softer Handover)* merupakan persentase jumlah keberhasilan suatu *handover* dari carrier pertama ke 2nd carrier dan antar 2nd carrier baik ke nodeB sendiri maupun ke nodeB yang lain, *handover* ini didefinisikan hanya dari 2nd carrier ke carrier pertama dan antar 2nd carrier dalam satu nodeB maupun nodeB *neighbour*.

Dari hasil pengukuran pada statistic RNC seperti terlihat pada lampiran 8 bagian 1 didapat pola grafik seperti pada Gambar 4.9

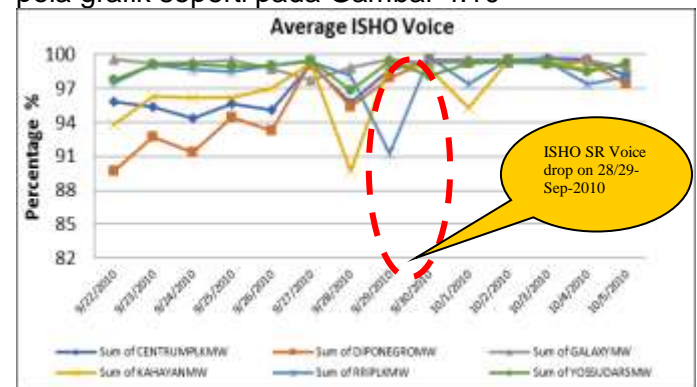


Gambar 4.9 HOSR 2nd Carrier IFHO Success rate

Standar performansi untuk HOSR 2nd carrier berdasarkan syarat nilai KPI adalah minimal 95%, dari statistik Gambar 4.9 terlihat bahwa HOSR tersebut sudah memenuhi standar performansi KPI. Namun pada tanggal 5 Oktober 2010 untuk CENTRUMPLKMW berada di bawah KPI karena tidak bisa bekerja secara maksimal karena module baseband mengalami *degraded*. Pada tanggal 6 Oktober 2010 terlihat HOSR sudah membaik setelah diadakan penggantian module tersebut, sedangkan untuk site KAHAYANMW dan YOSSUDARSMW pada periode tersebut mengalami masalah link transmisi. Dari data tersebut sudah memenuhi persyaratan nilai KPI sesuai tabel 3.33 yaitu 95% ≤.

**ISHO** (*Inter System Handover 3G to 2G*) success rate merupakan suatu mekanisme proses kontinuitas layanan dari jaringan 3G ke jaringan 2G, performansi ini sangat dipengaruhi oleh kualitas dari jaringan 2G dan parameter dari *neighbour* yang didefinisikan serta jenis layanan yang melakukan handover. Layanan yang bisa melakukan handover adalah untuk layanan HSDPA, data dan voice sedangkan untuk layanan real time *video call* akan drop ketika proses handover dikarenakan di jaringan GSM tidak bisa mensupport layanan *video call*. Untuk layanan HSDPA dan *packet data* akan dihandover dengan layanan GPRS atau EDGE tergantung dari kemampuan jaringan 2G.

Dari hasil pengukuran pada statistic RNC seperti terlihat pada lampiran 8 bagian 2 didapat pola grafik seperti pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 ISHO Success rate Voice

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada jaringan WCDMA yang sudah melakukan upgrade kapasitas dengan penambahan carrier (2nd carrier) :

1. Penambahan carrier frekuensi pada jaringan WCDMA merupakan cara paling efisien untuk menambah kapasitas nodeB tanpa ada penambahan hardware, karena semua perangkat *vendor* untuk nodeB (module baseband) sudah mendukung lebih dari 4 carrier. Untuk ini *operator* layanan hanya memerlukan investasi pembelian lisensi hak pemegang frekuensi pada pihak Regulator dan license aktivasi *feature*, namun secara keseluruhan biaya jauh lebih murah untuk implementasi ekspansi kapasitas skala besar.
2. Strategi distribusi trafik yang dilakukan pada implementasi 2nd carrier menentukan target jenis layanan yang akan dicapai yaitu layanan release 99 atau kecepatan data tinggi atau keduanya secara *load sharing carrier*.
3. Kapasitas WCDMA berkorelasi dengan alokasi keterbatasan power pada arah downlink dan interference antar user pada arah uplink.
4. Untuk layanan circuit switch voice , maksimum throughput yang di-offer untuk tiap sektor yaitu sebesar 2933.76 Kbps untuk *uplink* dan 1582.72 Kbps untuk *downlink* .
5. Untuk layanan packet switch (PS) , maksimum throughput yang bisa di-offer untuk tiap sektor sebesar 3371.52 Kbps untuk *uplink* dan 2288.64 untuk *downlink* .
6. Sedangkan untuk layanan HSDPA maksimum throughput data adalah 14.44 Mbps, ini dapat dicapai jika hanya ada *single user* dalam *coverage* tersebut yang diukur langsung di lokasi site.
7. Berdasarkan analisis *load downlink* trafik eksisting setelah implementasi 2nd carrier , total load trafik eksisting release 99 pada carrier pertama sudah mencapai  $\geq 75\%$  dan 2nd carrier  $\geq 19\%$  . Kondisi pada carrier pertama sudah mendekati batas maksimum load (95%), hal ini sangat rentan terhadap alokasi kanal terhadap pertumbuhan trafik *user* di saat mendatang
8. Untuk load uplink trafik existing maksimum mencapai 65,76% , hal ini masih mencukupi untuk mengantisipasi trafik *user* di saat mendatang, namun *load uplink* ini akan meningkat secara signifikan jika operator layanan berencana mengaktifkan tambahan layanan data HSUPA (*High Speed uplink*

*Packet Access*) pada nodeB-nodeB di cluster ini.

9. Analisis jumlah throughput trafik per hari sesudah penambahan 2nd carrier menunjukkan peningkatan yang signifikan , kenaikan 87,25% untuk voice dan untuk layanan PS 73,55% sedangkan untuk payload HSDPA sebesar 93,18% .

## REFERENSI

- [1] A John Willey and Sons. 2009. *HSPA Performance and Evolution*.
- [2] Engineering Services Group of Qualcomm. 2007. *Air Interface Cell Capacity of WCDMA Systems*.
- [3] Engineering Services Group of Qualcomm. 2007. *WCDMA Multi-Carrier Support: Deployment and Parameter Settings Guidelines*.
- [4] Ericsson .2010. 2nd Carrier Deployment Strategy and Option.
- [5] Griparis, T. dan lee , T.M. The Capacity of a WCDMA Network : Case Study.
- [6] Holma, Harri And Antti Toskala.2007. *WCDMA for UMTS – HSPA Evolution and LTE*. England A John Willey & Sons , Ltd.
- [7] Laiho, Jaana. WCDMA Radio Network Planning Guide.Nokia.
- [8] Nokia Siemens Netwok.2010. Radio Resource Management and Parameters.
- [9] NSN University . 2009. *WCDMA Network Planning and Optimization Training Presentation Slides*.
- [10] Parkvall,Stefan dan Hedberg, Thomas. *WCDMA evolved – High Speed packet Data services*.
- [11] Ziemer, Rodger E. 3G CDMA – WCDMA and cdma2000. IEEE Communication Society.