



# SISTIM SELULER GENERASI 3

Prima Kristalina

POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA  
2016

# Pendahuluan

- Cellular Generasi 2 menyediakan perbaikan pada kualitas voice (suara), kapasitas voice dan mulai support untuk data.
- Dengan paradigma berbasis *circuit-switched* membuat generasi 2 ini punya keterbatasan dalam penyediaan data kecepatan tinggi.
- Cellular Generasi 3 menyediakan layanan data kecepatan tinggi, menaikkan kapasitas voice, support layanan advance, seperti multi media
- ITU mengenalkan proposal 3G(dikenal sebagai IMT-2000) dengan tujuan untuk menciptakan spesifikasi komunikasi mobile yang global yang bisa memfasilitasi interoperability global dengan biaya rendah.

# Definisi 3G

- 3G adalah istilah yang digunakan untuk teknologi telepon bergerak generasi ke-3, teknologi ini merupakan pengembangan dari generasi ke-2 (2G).
- 3G merepresentasikan evolusi untuk kapasitas, kecepatan data dan kemampuan layanan baru.
- Layanan yang terkait dengan 3G adalah layanan perpindahan data baik berupa voice data maupun non-voice data.

# Kecepatan data pada Teknologi 3G

1. Kecepatan transfer data sebesar 144 kbps pada kecepatan gerak user 100 km/jam
2. Kecepatan transfer data 384 kbps pada kecepatan berjalan (nomadic)
3. Kecepatan transfer data 2 Mbps pada kondisi user diam (stasioner)

# Sejarah singkat 3G

- 3G adalah hasil dari spesifikasi oleh IMT-2000 (*International Mobile Telecommunication – 2000*) ITU (*International Telecommunication Union*).
- 3G diharapkan merupakan satu teknologi standar yang digunakan oleh seluruh dunia, akan tetapi pada kenyataannya 3G terbagi menjadi 3 cabang, yaitu:

# Cabang teknologi 3G

1. **UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) atau W-CDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*):**

Merupakan UMTS yang dikembangkan oleh Eropa dan Jepang.

2. **CDMA2000 (CDMA2000 1X EV-DO, CDMA2000 1X EV-DV)**

Digunakan dan dikembangkan oleh komunitas CDMA Amerika Utara dipimpin CDMA Development Group (CDG)

3. **TD-SCDMA**

Sedang dalam pengembangan oleh RRC.

# Apa tujuan dibentuknya 3G?

1. Menambah efisiensi dan kapasitas jaringan.
2. Menambah kemampuan jelajah (roaming)
3. Mencapai kecepatan transfer data yang lebih tinggi
4. Peningkatan Quality of Service (QoS)
5. Mendukung kebutuhan internet bergerak (mobile internet)

# Kemampuan teknologi 3G

- Layanan suara dan data dengan bit rate tinggi, termasuk layanan multimedia broadband (internet, video on demand, music on demand, games on demand dan on demand-on demand service lainnya).
- Layanan video conference dan video streaming
- Layanan triple play (video, text dan suara) secara simultan

# Kelebihan 3G dibandingkan 2G dan 1G

- Kualitas suara jernih
- Keamanan data terjamin
- Kecepatan data tinggi hingga 2 MBps pada indoor dan nomadic dan 384 kbps pada wide area access
- Support beberapa koneksi secara simultan
- Infrastruktur bersama sehingga dapat disupport banyak operator
- Roaming nasional dan internasional
- Dapat menangani packet-switch sekaligus circuit-switch
- Interkoneksi dengan satelit-based service
- Mekanisme billing model baru, tergantung dari volume data, kualitas service dan waktu

# 3G WCDMA/UMTS

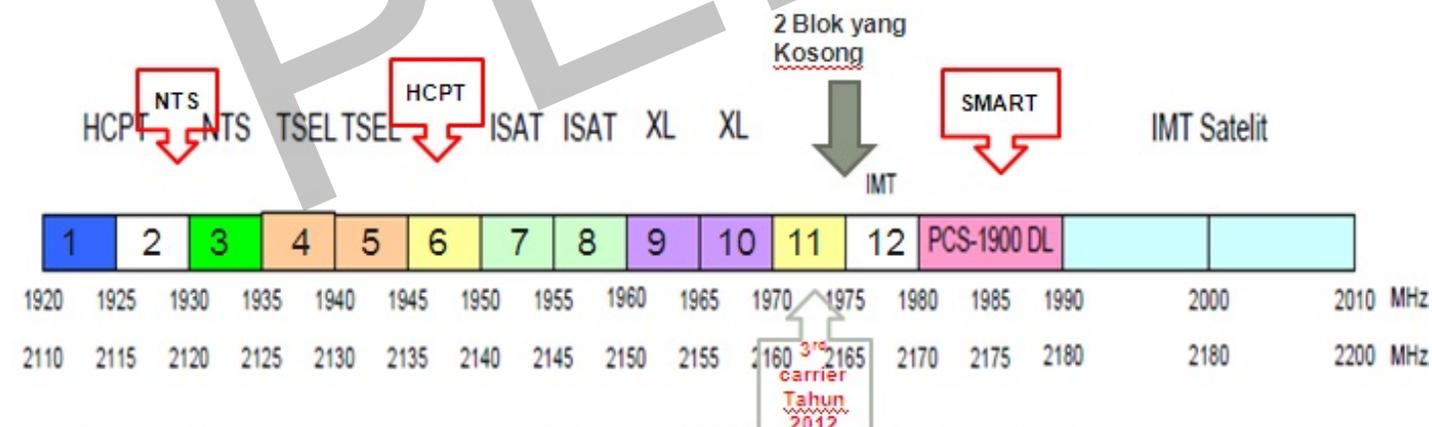
- Wideband-Coded Division Multiple Access atau dikenal juga sebagai UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).
- Dikembangkan di Eropa sejak 2004.
- Standarisasi dilakukan oleh European Telecommunication Standard Institute (ETSI).
- Sedangkan ITU-T mengerjakan standart yang sama yang dikenal sebagai IMT-2000 (*International Mobile Telecommunication-2000*). Kedua standart ini bekerja bersamaan membentuk teknologi 3G dan seterusnya
- Karena dapat berinterkoneksi dengan satelit, apabila di sebuah wilayah tidak terdapat sel UMTS maka informasi dapat dirutekan melalui satelit.

# Cakupan wilayah layanan 3G WCDMA

- Layanan pemakaian di indoor dan outdoor
- Layanan pemakaian di public area dan private area
- Layanan pemakaian di urban dan rural
- Menggunakan model multiple access, yaitu CDMA dan TDMA

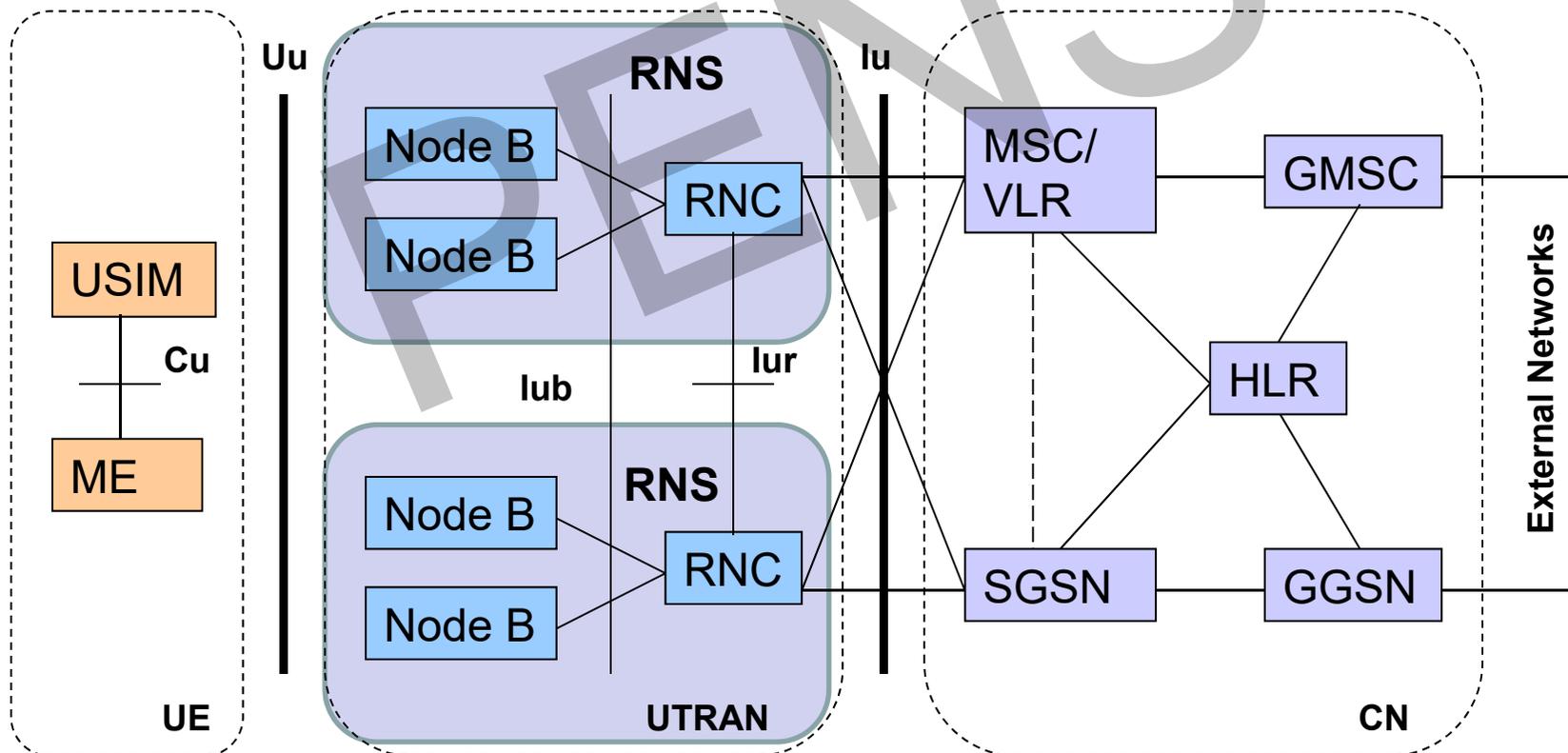
# Alokasi Frekuensi Operasi 3G

- Alokasi frekuensi operasi teknologi 3G UMTS / W-CDMA adalah 1885-2025 MHz(downlink) dan 2110-2200 MHz (uplink)
- Di Indonesia, lebar pita frekuensi berada di 1920 – 1980 MHz (downlink) dan 2110-2170 MHz (uplink) terbagi atas 12 blok masing-masing dengan lebar 5 MHz untuk penggunaan 5 operator (Telkomsel, Indosat, XL, HCPT dan NTS)



# Arsitektur Jaringan 3G UMTS

- Meliputi:
  - Air Interface
  - Radio Access Network (UTRAN=UMTS Terrestrial RAN)
  - Core Network



# Air Interface

- Air interface dari UMTS dinamakan UE (*User Equipment*), meliputi:
  1. *Mobile Equipment (ME)* : terminal radio yang digunakan untuk berkomunikasi menggunakan gelombang radio melalui interface Uu ke UTRAN
  2. *UMTS Subscriber Identity Module (USIM)*, merupakan smart card yang berisi identitas user, menampilkan algoritma oentikasi, menyimpan kunci enkripsi dan otentikasi yang diperlukan oleh terminal

## *Interface-interface*

1. **Interface Cu:** interface elektrik antara USIN smartcard dengan ME. Interface ini mengikuti standar format smartcard.
2. **Interface Uu:** Interface radio WCDMA, yaitu interface terbuka yang paling penting di dalam UMTS
3. **Interface Iu:** intraface yang meng-koneksi kan UTRAN ke CN
4. **Interface Iur:** mengatur soft handover antara RNC-RNC dengan beberapa manufaktur
5. **Interface Iub:** menghubungkan node B dan RNC.

# Radio Access Network (RAN)

- UTRAN terdiri dari 2 elemen, yaitu:
  - *Node B* (Base Station): Bertugas meng-konversi aliran data dari interface Uu dan Iub.
  - *Radio Network Controller* (RNC): memiliki dan mengontrol sumber-sumber radio di dalam domain nya (dimana *Node B* terhubung kepadanya). RNC ini merupakan access point seluruh layanan UTRAN bagi *Core Network* (CN) di atasnya
- Beberapa *Node B* dan sebuah *RNC* membentuk kelompok RNS (*Radio Network Subsystem*)
- RNS handle semua fungsional Radio, seperti: *Soft Handover* dan Algoritma Manajemen sumber daya radio.

# Core Network (CN)

- Bertanggung jawab untuk switching dan Routing seluruh panggilan dan koneksi data dari dan ke Jaringan eksternal (PSTN, ISDN, Internet)
- Merupakan transisi seamless dari GPS ke All-IP 3G Core Network
- Terbagi atas Circuit Switch (CS) Network dan Packet Switch (PS) Network

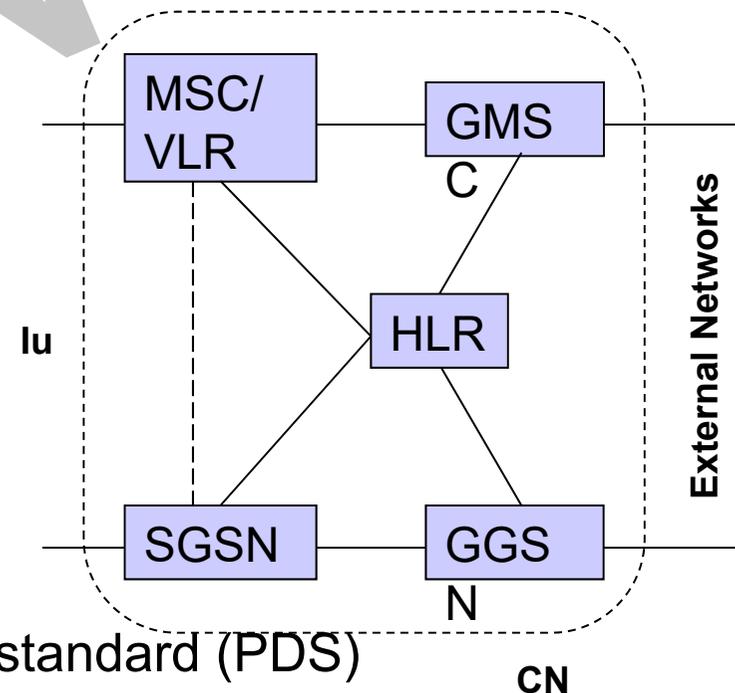
- Core Network, Release 99:

- **CS Domain:**

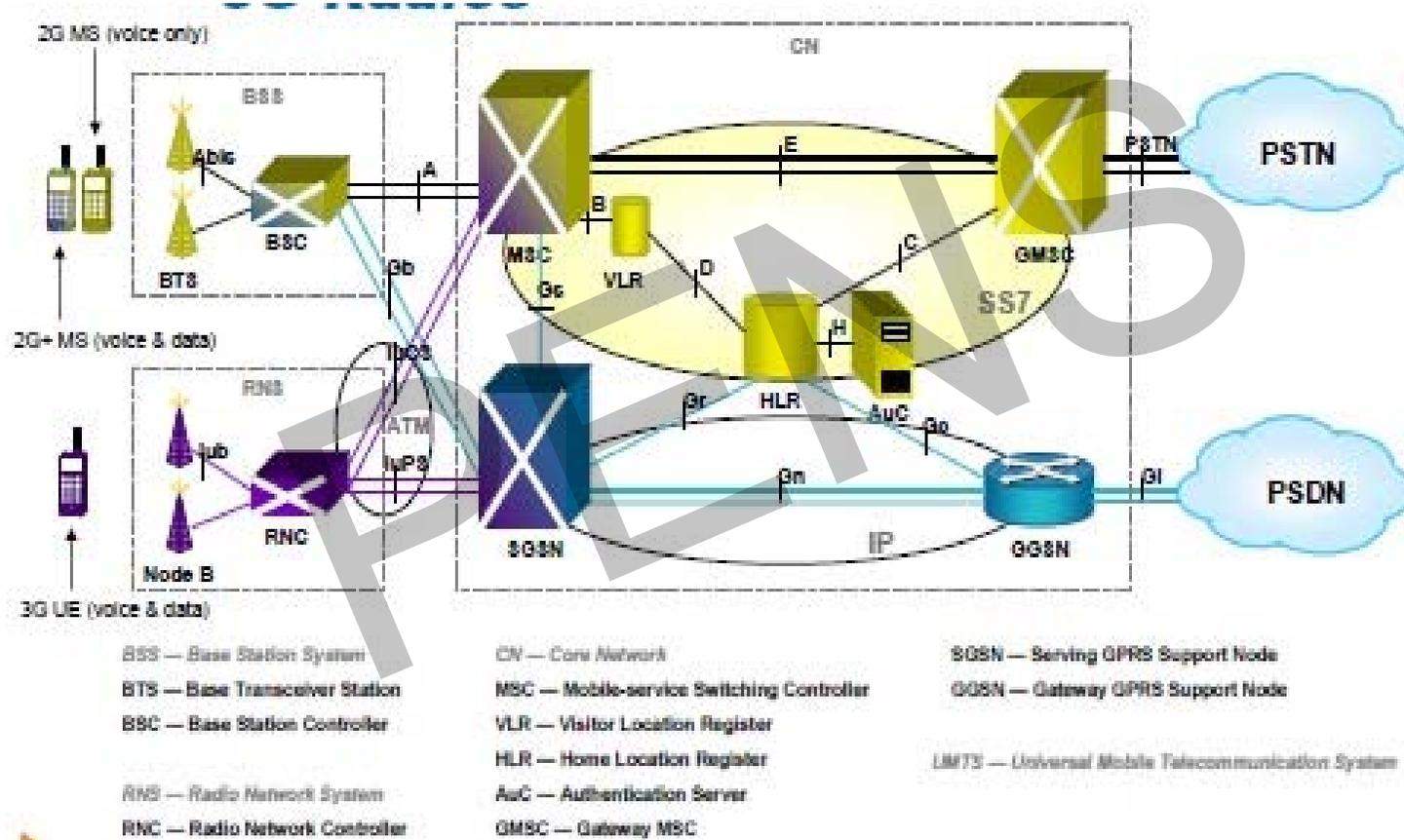
- *Mobile Switching Center (MSC)* untuk transaksi switching CS
    - *Visitor Location Register (VLR)* untuk menyimpan profile user yang berkunjung ke lokasi UE
    - *Home Location Register (HLR)* untuk menyimpan profile user yang tetap.
    - *Gateway MSC (GMSC)* untuk menghubungkan MSC ke jaringan eksternal

- **PS Domain:**

- *Serving GPRS Support Node (SGSN)*: mengantar paket, update data pelanggan, registrasi pelanggan paket
    - *Gateway GPRS Support Node (GGSN)*: menghubungkan jaringan GPRS ke jaringan paket data standard (PDS)



# Arsitektur 3G UMTS/WCDMA Rel.99



- Core Network, R5:

- **Fase 1 dari IP Multimedia Subsystem (IMS)**

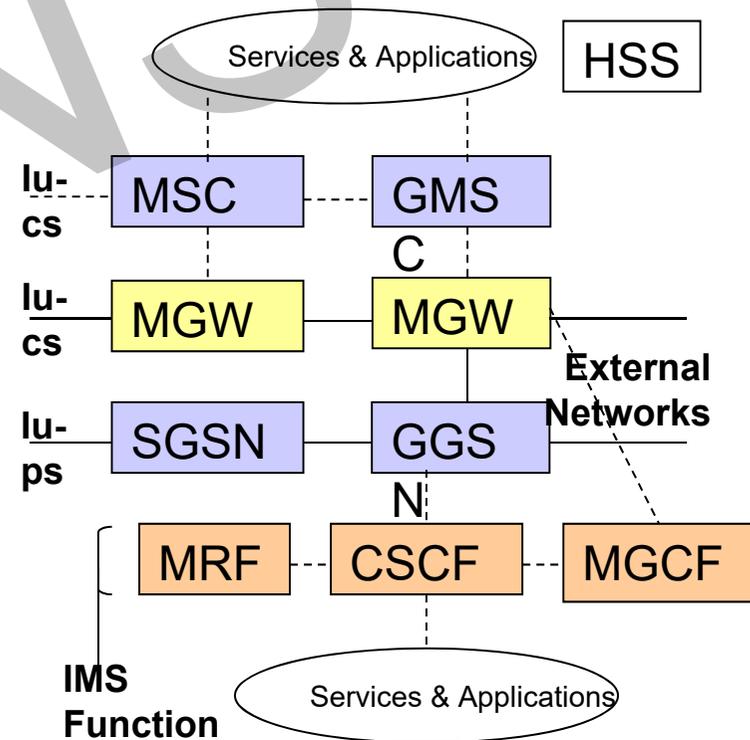
- Melayani layanan berbasis IP
- Media Resource Function (MRF)
- Call Session Control Function (CSCF)
- Media Gateway Control Function (MGCF)

- **CS Domain:**

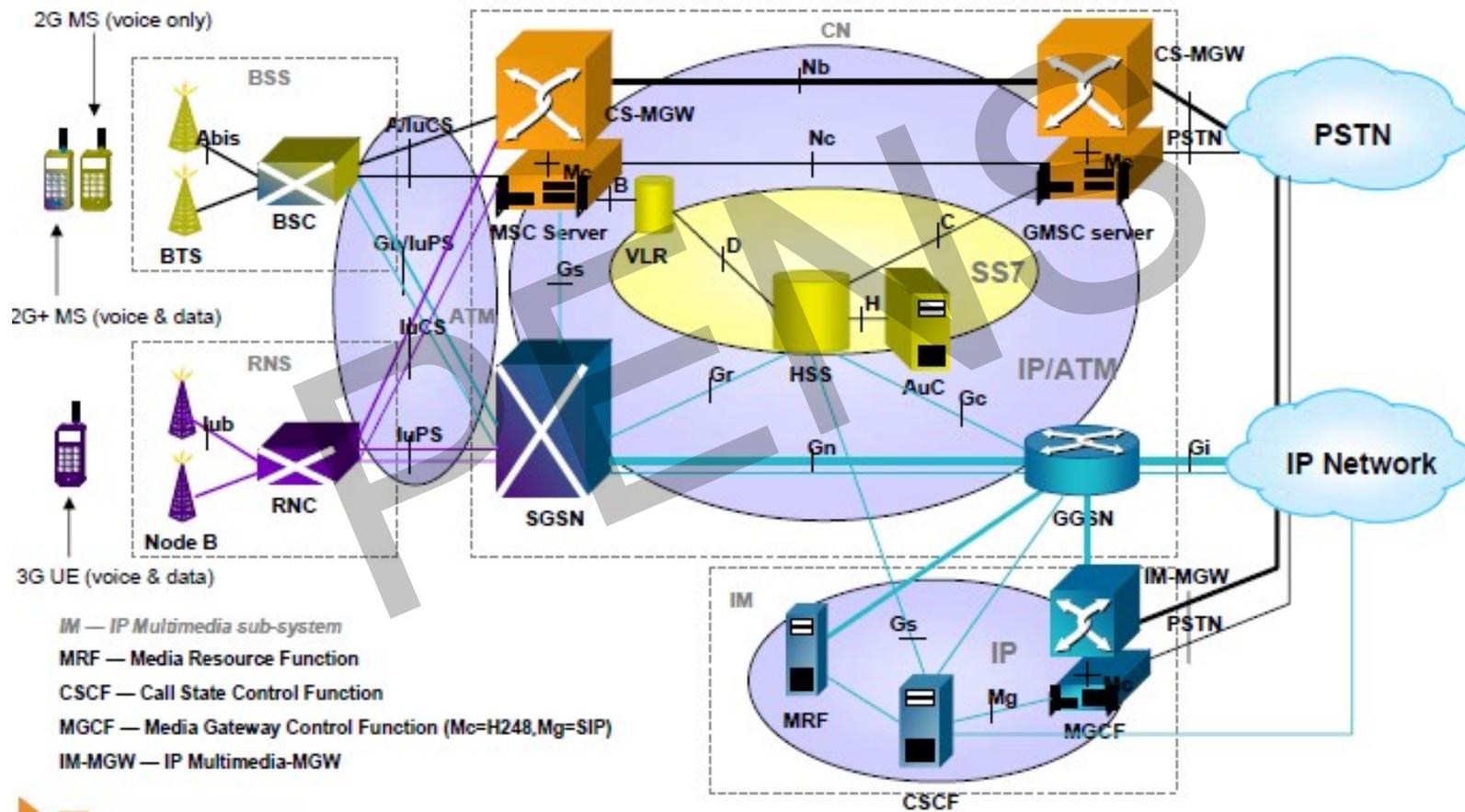
- *MSC dan GMSC:*  
mengontrol beberapa MGW

- **PS Domain:**

- *SGSN dan GGSN:*  
memiliki fungsi mirip dengan R99  
dengan pengembangan tertentu



# Arsitektur 3G UMTS/WCDMA Rel.5



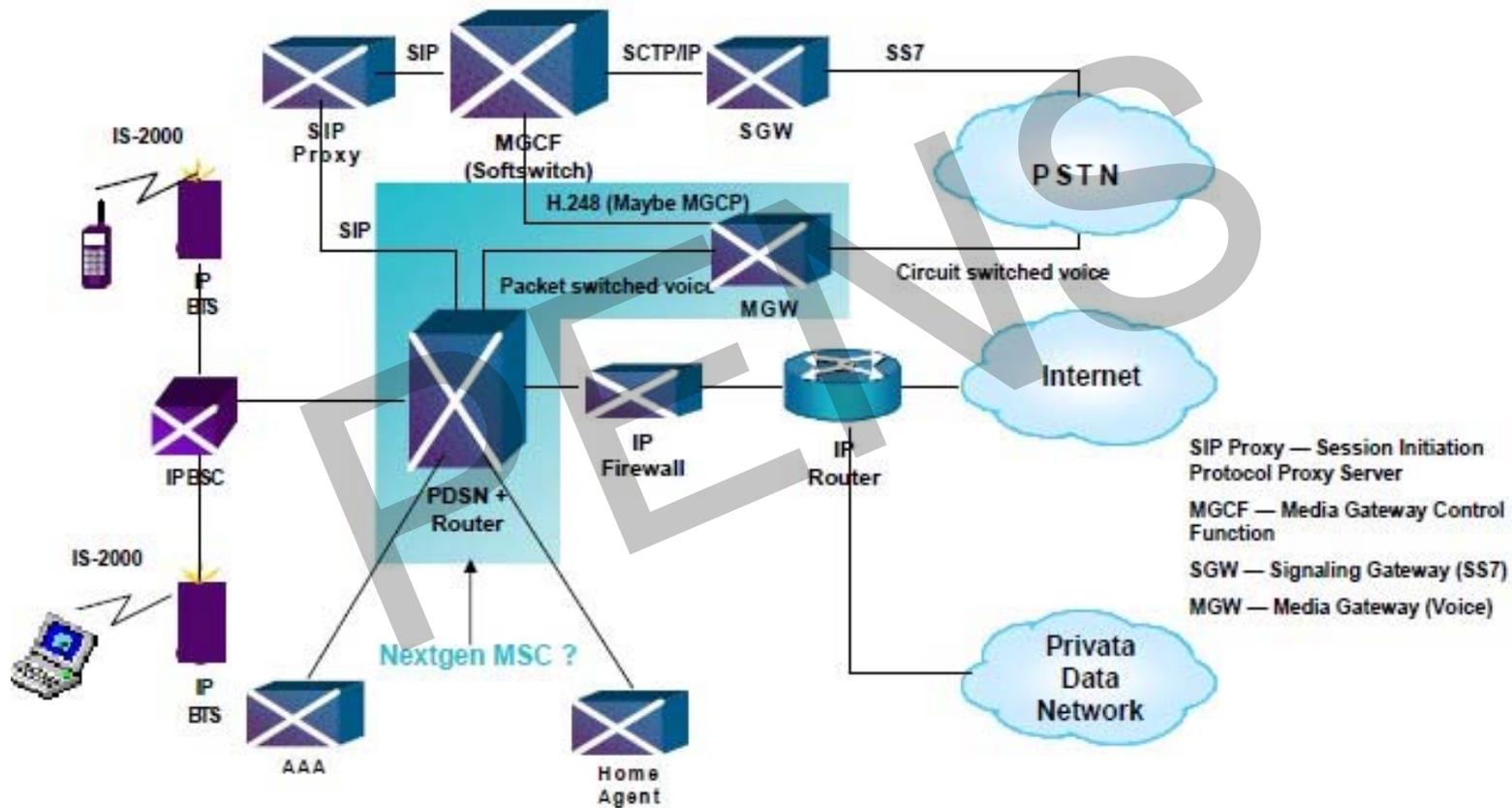
# 3G CDMA2000-1X

- Merupakan teknologi pengembangan dari CDMAone dengan penambahan kemampuan layanan.
- Awalnya diperkenalkan oleh Qualcomm sebagai **IS-95**, pada tahap selanjutnya distandarisasi oleh 3GPP 2 pada thn 1999.
- Evolusi pertama dari IS-95 ini adalah **CDMA2000-1X**
- 1X menyatakan bahwa bandwidthnya sama dengan bandwidth yang digunakan oleh IS-95, yaitu 1,25 MHz
- Beroperasi pada frekuensi 800, 900, 1700, 1800, 1900, 2100 MHz.
- Khusus di Indonesia CDMA2000 1x ini beroperasi di 800 MHz (utk Rev.A) dan 1900 (utk Rev.B)

# Evolusi CDMA2000-1X

1. CDMA2000-1X EV-DO (Evolution Data Only) Rev.0 /IS-856
  - Kecepatan data 2,4 Mbps
2. CDMA2000-1x EV-DO Rev.A
  - Kecepatan data 1,8 Mbps (upload) dan 3,1 Mbps (download)
  - Telkom Flexy (AHA), Fren (Mobi) → frek.800 MHz
3. CDMA2000-1x EV-DO Rev.B
  - Kecepatan data 5,4 Mbps (upload) dan 14,7 Mbps (download)
  - Smart Telecom → frek.1900 MHz

# Arsitektur Jaringan 3G CDMA2000-1x



# Beberapa layanan 3G lainnya

## 1. HSPA (High-Speed Packet Access)

- Merupakan pengembangan dari UMTS/W-CDMA di sisi paket.
- Berdasarkan jenis kanal paket, terdiri dari:
  - a. **HSDPA** (*High-Speed Downlink Packet Access*) → Rel.5, th 2002
  - b. **HSUPA** (*High-Speed Uplink Packet Access*) → Rel.6, th 2004
- Operator HSPA di Indonesia:
  - a. Telkomsel (HSDPA) → frek 900 MHz
  - b. Indosat (HSDPA Broom) → frek 900/1800 MHz
  - c. XL Axiata (HSDPA) → frek 900 MHz
  - d. Hutchinson (3) (HSDPA) → frek 1800 MHz

## 2. Mobile-WIMAX

- Thn 1998, IEEE mengusulkan Wireless Metropolitan Area Network (WMAN), dengan grup 802.16.
- Grup ini awalnya men-standarisasi fixed wireless application, selanjutnya men-support mobility.
- Thn 2005, standard revisi dikenal sebagai IEEE 802.16e, selanjutnya disebut WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
- Thn 2007, WIMAX disetujui oleh ITU sebagai opsi IMT-2000
- Terrestrial Radio Interface. Dikenal dengan nama IP-OFDMA
- WIMAX hanya menggunakan protokol IP, tidak ada circuit switched telephony untuk voice.
- Layanan voice menggunakan sistim VoIP

# Perencanaan Jaringan (Network Planning)

Perancangan Jaringan (Network Planning) adalah suatu langkah-langkah yang digunakan untuk menghasilkan suatu jaringan yang optimal dengan tetap memenuhi kapasitas dan cakupan yang diinginkan oleh penyedia layanan telekomunikasi.

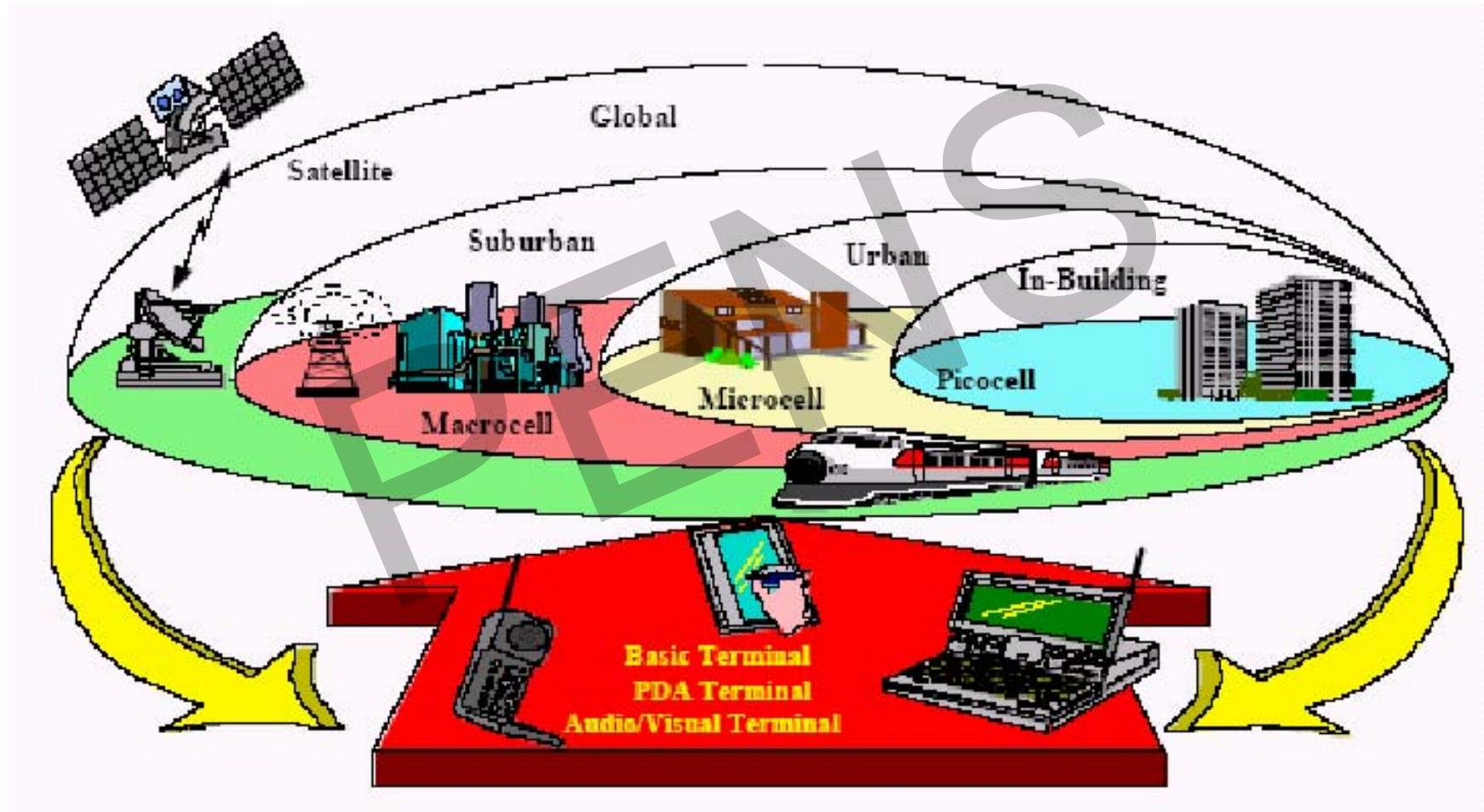
# Multidimensi Masalah dalam Perencanaan Jaringan

- Coverage
- Capacity
- Quality of Service (QoS)
- Cost

# Mengapa Perencanaan Jaringan diperlukan?

Selain untuk memenuhi cakupan permintaan kebutuhan layanan seluler, perancangan jaringan juga diharapkan dapat memberikan pengembangan untuk layanan seluler di masa yang akan datang.

# Cakupan Layanan Seluler



# Parameter WCDMA

## Parameter spesifik WCDMA pada Link Budget:

1. Interference Margin
2. Fast Fading Margin
3. Soft Handover Gain

# Interference Margin

- Nilainya tergantung dari besarnya proses *loading* pada cell.
- Nilai yang lebih besar adalah nilai *interference margin* pada *uplink*, nilai yang lebih rendah adalah daerah cakupan.
- Pada umumnya nilai tersebut berkisar antara 1.0-3.0 dB pada daerah dengan kasus cakupan terbatas, yang berkisar proses *loading* sebesar 20-50%.

# Fast Fading Margin

Besarnya *fast fading margin* sebesar 2.0-5.0 dB harus disertakan di dalam perencanaan *link budget*.

# Soft Handover Gain

- Pada kondisi sambungan tidak saling berhubungan antara MS ke Node B, *handover* memberikan *gain* yang besarnya berlawanan dengan *slow fading*.
- *Soft handover* juga memberikan tambahan *macro diversity gain* terhadap fast fading. Jumlah total handover gain dapat diasumsikan dalam range 2.0-3.0 dB.

# Perencanaan Jaringan (Network Planning)

**Terdapat 3 tahap dalam perencanaan jaringan:**

1. Pendimensian jaringan
2. Perencanaan kapasitas dan cakupan
3. Pengoptimalan jaringan

# Tahap 1: Pendimensian Jaringan

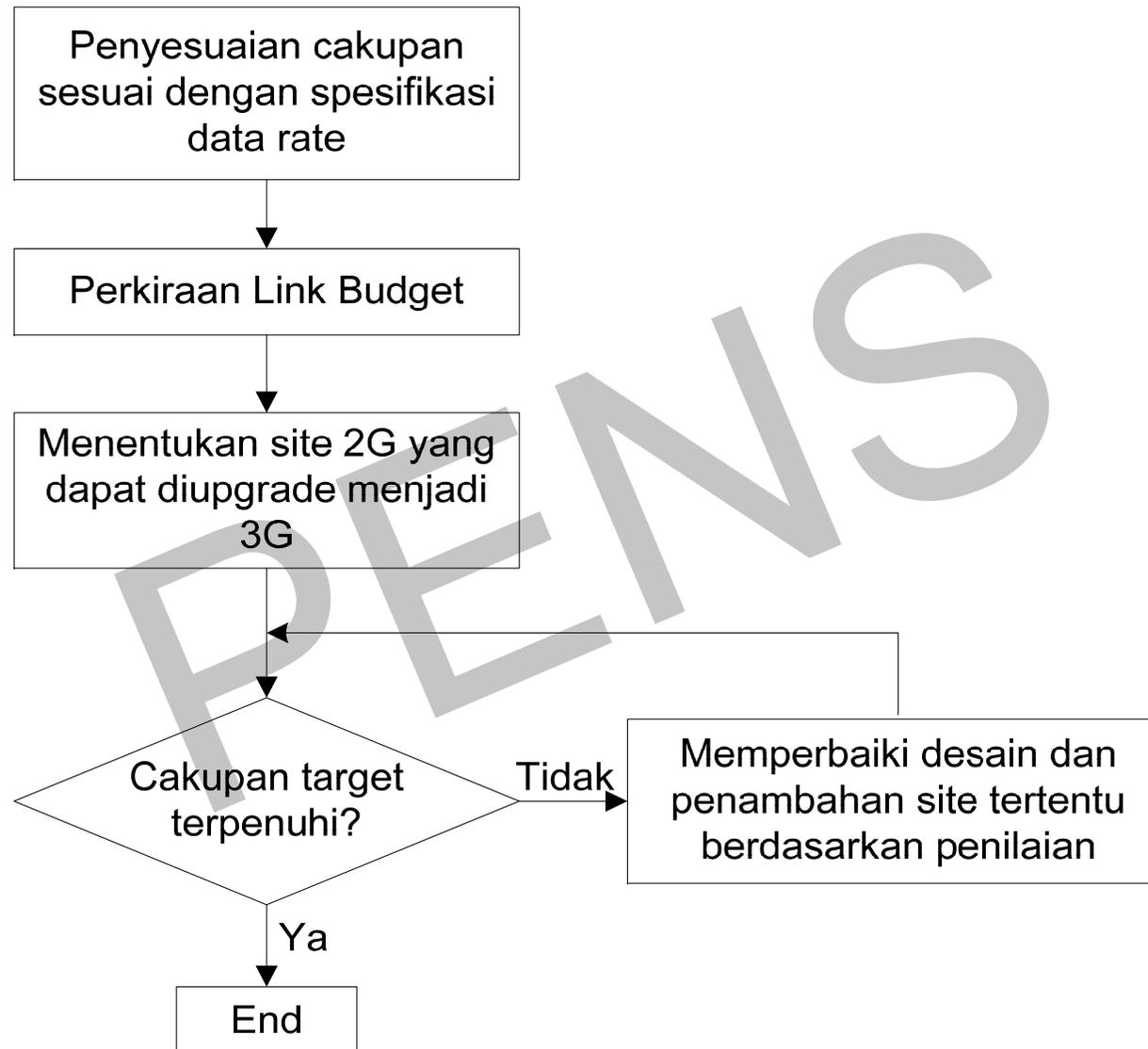
Terdiri dari:

- *Radio Link Budget*
- Penentuan cakupan
- Perkiraan kapasitas
- *Capacity upgrade paths*
- Kapasitas per km<sup>2</sup>
- Soft capacity
- Network sharing

## Tahap 1: Pendimensian Jaringan (contd)

Perkiraan ini berdasarkan kebutuhan penyedia layanan seluler akan cakupan, kapasitas dan *Quality of Service* (QoS)

# Pendekatan Link Budget



# Contoh Uplink Link Budget

Uplink Link Budget untuk layanan suara AMR 12.2 kbps  
120 km/h, pengguna di dalam kendaraan bergerak,  
channel tipe A vehicular, soft handover

## **Pada Mobile Phone (pengirim sinyal)**

A	Daya pengiriman mobile phone (125 mW)	21 dBm
B	Mobile antenna gain	0 dBi
C	Body loss	3 dB
D	Equivalent Isotropic Radiated Power (EIRP) [D = A + B – C]	18 dBm

# Contoh Uplink Link Budget

## Pada Node B (penerima sinyal)

E	Thermal noise density	-174 dBm/Hz
F	Node B receive noise figure	5 dB
G	Receiver noise density [G = E + F]	-169 dBm/Hz
H	Receiver noise power [H = G + 10 x log (3840000)]	-103.2 dBm
I	Interference margin	3 dB
J	Total effective noise + interference [J = H + I]	-100.2 dBm

# Contoh Uplink Link Budget

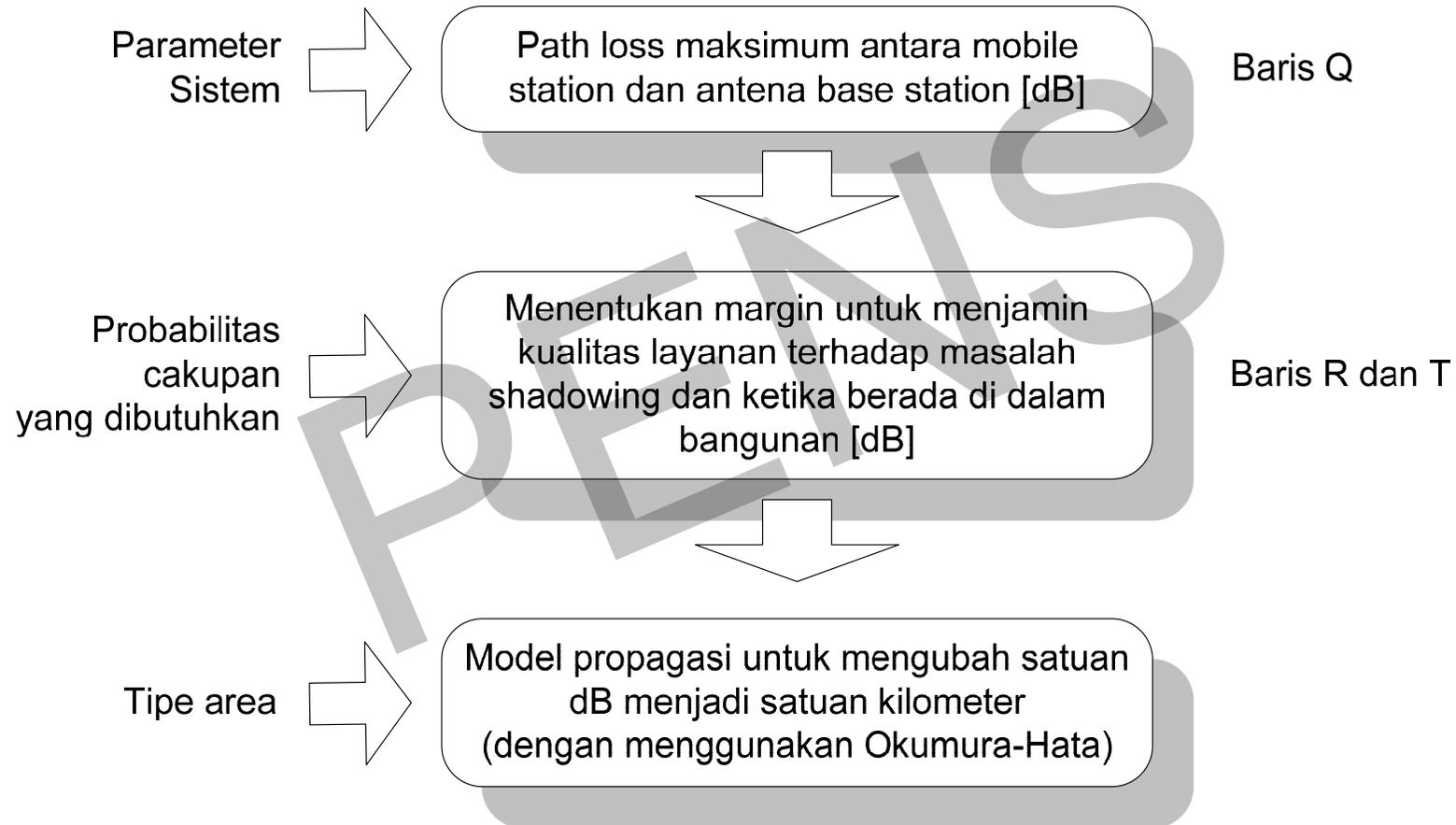
K	Processing gain [ $K = 10 \times \log (3840/12.2)$ ]	25 dB
L	Required Eb/No	5 dB
M	Receiver sensitivity [ $M = L - K + J$ ]	-120.2 dB
N	Node B antenna gain	18.0 dBi
O	Cable loss in the Node B	2.0 dB
P	Fast fading margin	0.0 dB
Q	Maximum path loss [ $Q = D - M + N - O - P$ ]	154.2 dB

# Contoh Uplink Link Budget

R	Log normal fading margin	7.3 dB
S	Soft handover gain, multicell	3.0 dB
T	In-car loss	8.0 dB
U	Allowed propagation loss for cell range [ $U = Q - R + S - T$ ]	141.9 dB

Nilai *propagation loss* yang didapat akan digunakan untuk menentukan besarnya cakupan *cell range* dari site area.

# Perhitungan *Cell Range*



# Propagation Model

*Propagation model* menjelaskan perambatan rata-rata sinyal pada daerah tersebut. Model tersebut juga akan memungkinkan untuk mengkonversikan besarnya rugi-rugi perambatan maksimum yang diperbolehkan (dalam satuan dB pada baris u di tabel) menjadi besarnya *cell range* maksimum (dalam satuan kilometer)

# Contoh Propagation Model

*Propagation model* yang digunakan adalah Okumura-Hata Model. *Okumura-Hata propagation model* pada daerah perkotaan (*Urban*) *macro-cell* dengan ketinggian *Node B* antena 30 m, ketinggian antena *mobile phone* 1,5 m dan besarnya frekuensi carrier 1950 MHz adalah:

$$L = 137.4 + 35.2 \log (R)$$

L = path loss (dalam satuan dB)

R = cell range (dalam satuan km)

# Contoh Propagation Model

Untuk daerah pinggiran kota (*sub urban*) diasumsikan adanya faktor perbaikan area tambahan yang besarnya 8 dB. Sehingga persamaan Okumura-Hata propagation modelnya menjadi:

$$L = 129.4 + 35.2 \log (R)$$

Untuk *cell* berbentuk *hexagonal* yang dilingkupi oleh antena omnidirectional, besarnya daerah cakupan dapat diasumsikan sebesar  $2.6R^2$

# Perkiraan Kapasitas

Bagian ke-2 dalam pendimensian adalah memperkirakan kapasitas per cell (trafik yang dilayani per Node B). Kapasitas per cell ditentukan oleh besarnya gangguan per cell. Trafik data yang ditentukan di sini adalah *uplink load factor*. dan *downlink load factor*. Dari nilai tersebut akan diperoleh *load factor*.

# Perkiraan Kapasitas (contd)

Dengan mendapatkan nilai *path loss* maksimum maka akan dapat ditentukan apakah perlu adanya pengaturan *soft handover* pada proses pendimensian.

Untuk mendapatkan besarnya *path loss* maksimum maka perlu dihitung besarnya *throughput*, *load factor* dan *path loss* rata-rata.

# Throughput per Cell

$$\text{Throughput} = N \times R \times (1 - \text{BLER})$$

N = jumlah user per cell

R = bit rate

BLER = block error rate

# Capacity Upgrade Paths

Peningkatan kapasitas (*upgrade*) ini tidak membutuhkan perubahan pada konfigurasi antena, hanya *upgrade* pada node B *cabinet*.

Kapasitas juga dapat ditingkatkan dengan menambah jumlah sektor antena.

# Kapasitas per km<sup>2</sup>

Pada tahap ini akan dievaluasi kapasitas maksimal per km<sup>2</sup> yang dapat diberikan dengan menggunakan *macro* dan *micro site*

# Soft Capacity

*Soft capacity* sangat penting untuk bit rate tinggi pada pengguna yang membutuhkan data *real-time*.

Nilai *soft capacity* tergantung pula dari lingkungan perambatannya dan dari perencanaan jaringan yang mempengaruhi nilai  $i$ .

# Soft Capacity (contd)

Prosedur untuk memperkirakan *soft capacity* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hitung jumlah kanal per cell ( $N$ )
- Kalikan jumlah kanal tersebut dengan  $1 + i$  untuk mendapatkan kelompok kanal total pada kasus *soft blocking*.
- Hitung trafik maksimum yang ditawarkan.
- Bagilah kapasitas Erlang dengan  $1 + i$ .

# Network Sharing

Terjadi bila terdapat dua operator selular yang memiliki *core network* masing-masing akan tetapi saling berbagi *Radio Access Network (RAN)*.

Dengan solusi ini dimungkinkan penghematan untuk pengeluaran kepemilikan *site*, pembangunan menara, transmisi data , biaya peralatan RAN dan biaya operasi sehari-hari.

## Tahap 2: Perencanaan Kapasitas dan Cakupan

Pada tahap ini data propagation asli yang diperoleh dari perencanaan area, perkiraan peningkatan pengguna dan trafik digunakan.

Hasil dari tahap ini adalah letak posisi *Node B*, konfigurasi dan parameter jaringan.

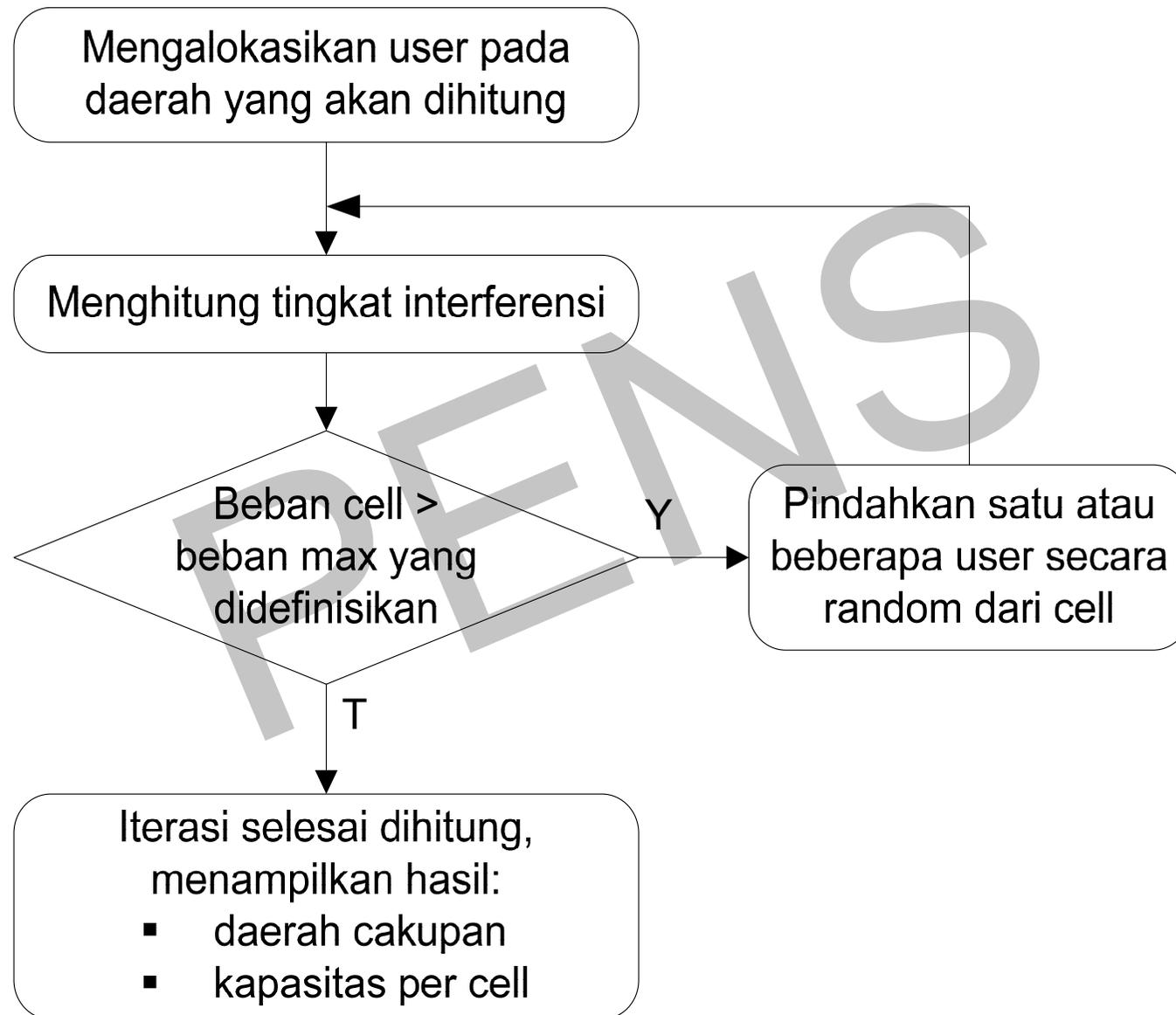
# Perencanaan Kapasitas dan Cakupan

- Memprediksi secara iterasi kapasitas dan cakupan yang diinginkan.
- Planning tool
- Studi kasus

# Iterasi Kapasitas dan Cakupan

Hal ini dilakukan karena pada W-CDMA semua user saling berbagi sumber sinyal sehingga tidak bisa dianalisis secara terpisah. Oleh karena itu, semua proses perkiraan harus dilakukan secara iterasi sampai daya transmisi stabil.

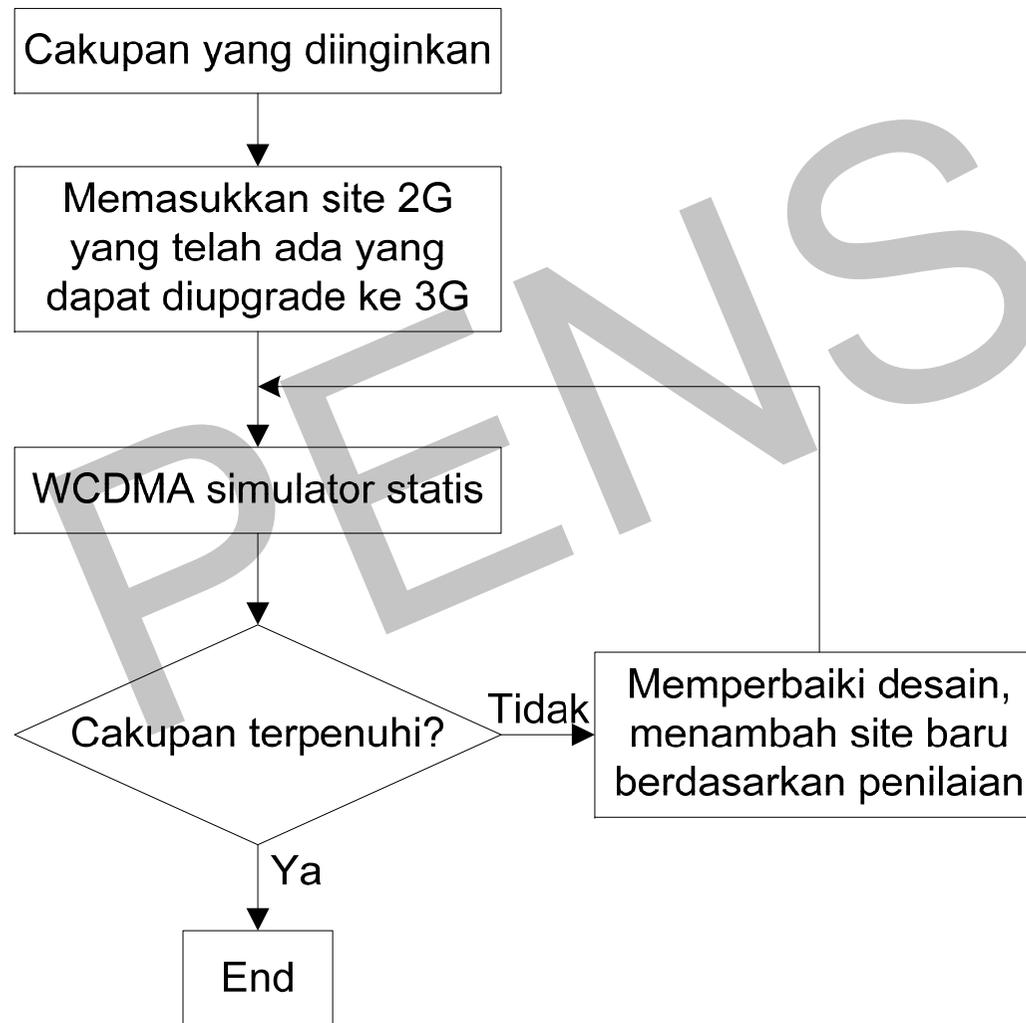
# Flowchart Iterasi Kapasitas dan Cakupan



# Planning Tool

Alat ini dapat membantu perencanaan untuk pengoptimasian konfigurasi pada node B, pemilihan antena yang digunakan, arah antena, bahkan sampai kepada posisi *site*.

# Planning Tool



# Contoh Simulator Statis

W-CDMA version 3.0.3 - [W-CDMA-UL-Doc1]

File Edit Simulation View Window Help

UMTS Uplink Parameters

Power Ratio (Ctrl-to-Data) dB: -3

Nb Transport Ch: 2

Scrambling Code: Long

Handover: None

Puncturing Limit: 0.9

Power Margin: 3

Channel Estimator:

Nb. Rx Antennas: 2

Nb. Rake Fingers per Antenna: 4

Antenna Correlation: 0

Power Control:

Step Size: 1

Comm Err Rt: 0.15

Min Pow Lim (dB): -55

Max Pow Lim (dB): 33

Transport Channel	TTI (ms)	Rate Matching Attribute	TrBk Size	Nb TrBk per TTI	CRC Length	Channel Coding	Coding Rate
TrCh #1	20	256	244	1	12	Convolutiona	1/3
TrCh #2	40	256	100	1	12	Convolutiona	1/3
TrCh #3	20	256	60	1	0	Convolutiona	1/3
TrCh #4	40	256	148	1	16	Convolutiona	1/3
TrCh #5	10	256	224	1	16	Convolutiona	1/3

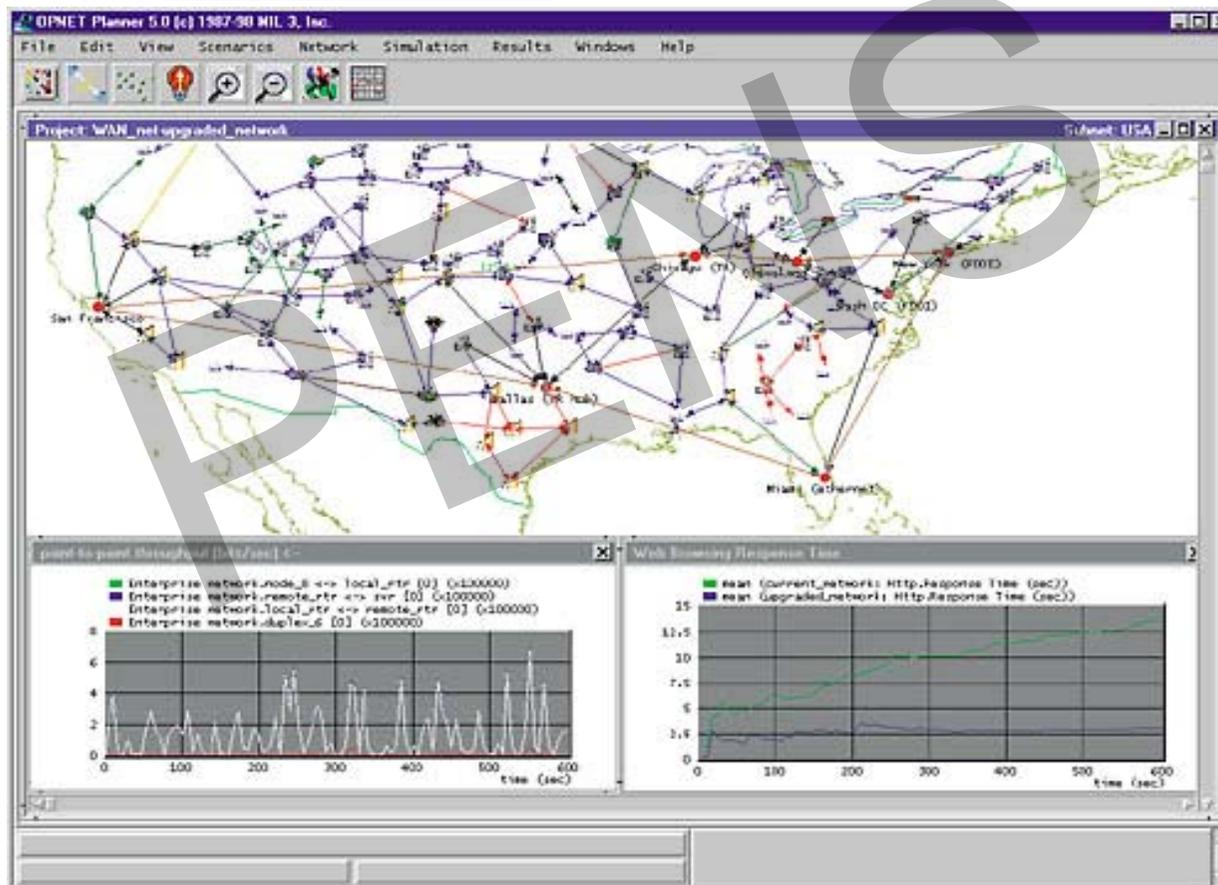
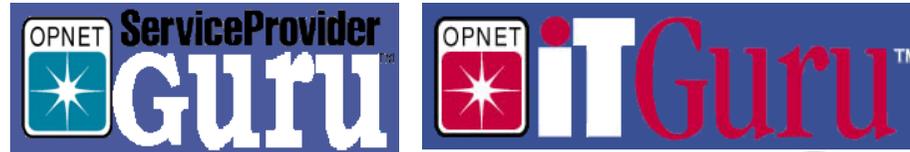
Channel Type: Vehicular A

Mob. Velocity (km/h): 50

Eb/No (dB) Start: 5 Step: 1 Stop: 5

(C) 2002 CCSR, University of Surrey, U.K.

# Contoh Planning Tool: OPnet



# Studi Kasus

Membandingkan antara asumsi yang telah dilakukan dengan kenyataan yang terjadi di lapangan. Kadang penyesuaian diperlukan untuk tetap memenuhi kapasitas dan cakupan.

# Tahap 3: Pengoptimasian

Pengoptimasian perencanaan jaringan akan mengurangi jumlah site yang diperlukan untuk tetap memberikan target cakupan dan QoS yang diinginkan.

Dengan menggunakan perangkat optimizer akan dapat diberikan data otomatis mengenai kemiringan, arah dan pensektorasi untuk memperoleh target cakupan dan QoS yang diinginkan.

# Tahap Optimasi

