

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Karakteristik Jaringan UMTS (3G)

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) merupakan sebagai sistem pengganti dari generasi 2G yang biasa disebut dengan *Global System for Mobile Communication* (GSM). UMTS merupakan suatu sistem komunikasi *wireless* generasi ketiga (3G) dari suatu jaringan *mobile services*. Gagasan utama di balik evolusi jaringan 3G adalah untuk mempersiapkan infrastruktur universal yang mampu membawa teknologi saat ini serta teknologi yang akan datang. Sebuah infrastruktur harus dirancang sedemikian rupa sehingga perubahan dan evolusi teknologi dapat disesuaikan dengan jaringan tanpa menyebabkan ketidakpastian untuk layanan yang ada dengan menggunakan struktur jaringan yang ada. Pemisahan teknologi akses, teknologi transportasi, teknologi layanan (kontrol koneksi) dan aplikasi pengguna dari satu sama lain dapat menangani tuntutan kebutuhan tersebut.

UMTS disebut juga IMT-2000 versi eropa. Tujuan dari UMTS adalah menyediakan mobilisasi terminal, yang akan memungkinkan pengguna untuk bergerak atau berpindah dari suatu terminal ke terminal lainnya, meregistrasi layanan-layanan yang berbeda pada terminal-terminal yang berbeda pula dan memungkinkan registrasi terhadap lebih dari satu pengguna pada sebuah terminal. Mengintegrasikan layanan-layanan yang ada pada jaringan fix, seperti B-ISDN (*Broadband Integrated Services digital Network*) [1].

UMTS dirancang untuk memperbaharui jaringan 2G atau *Global System for Mobile Communication* (GSM) yang diterapkan secara global dan memilih sistem modulasi W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access).

Teknologi ini berjalan pada frekuensi 1885-2025 Mhz dan 2110-2200 Mhz untuk *High Speed Packet Downlink Access* (HSDPA) yang merupakan kelanjutan dari UMTS dimana ini menggunakan frekuensi radio sebesar 5Mhz dengan kecepatan mencapai 2 Mbps. Didalam karakteristiknya, sistem jaringan UMTS (3G) mempunyai berbagai keunggulan *service* sebagai berikut :

1. Kapasitas lebih tinggi dan penambahan *coverage*: sampai 8 kali lebih tinggi trafik per *carrier* dibandingkan dengan *carrier narrowband* CDMA.
2. Variabel dan kecepatan data yang tinggi, sampai 384 kbit/s pada *wide area* dan 2 Mbit/s pada lokal area.
3. *Service packet* dan *circuit switched*.
4. Layanan *multiple simultan* pada tiap *mobile terminal*.
5. Mendukung untuk *Hierarchical Cell Structures* (HCS) pada metode *handoff* yang baru diantara *carrier* CDMA [1]

Spesifikasi dari WCDMA dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi WCDMA

SPESIFIKASI	JENIS / NILAI
Channel Bandwith	5Mhz
Duplex Mode	FDD dan TDD
Chip Rate	3,84 Mcps
Downlink RF Channel Structure	Direct Spread (DS)
Frame Length	10 ms
Spreading Modulation	Balanced QPSK (downlink), Dual-channel QPSK (uplink), Complex spreading circuit
Data Modulation	QPSK (downlink), BPSK (uplink)

Channel Coding	Convolutional and turbo codes
Coherent detection	User dedicated time multiplexed pilot (downlink and uplink) common pilot in downlink
Channel multiplexing in downlink	Data and control channel are multiplexed
Channel multiplexing in uplink	Control and pilot channel time multiplexed I & Q multiplexing for data and control channel
Multirate	Variable spreading and multicode
Spreading factor	4-256(uplink), 4-512(downlink)
Power control	Open and fast close loop (1,6 khz)
Spreading (downlink)	OVSF sequences for channel separation. gold sequences 218-1 for cell and user separation (truncated cycle 10 ms)
Spreading (uplink)	OVSF sequences. gold sequences 241 for user separation (different time shifts in I and Q channel, truncated cycle 10 ms)
Handover	Soft handover, inter-frequency handover

Berdasarkan Tabel 2.1 spesifikasi WCDMA diatas, dapat diperoleh penjelasan sebagai berikut:

1. Pada WCDMA mempunyai lebar pita dari *channel* radio sebesar 5 Mhz. Pada mode FDD (Frequency Division Duplex), frekuensi-frekuensi *carrier* dipisah 5 MHz untuk penggunaan *uplink* dan *downlink* masing-masing, sedangkan pada mode TDD (Time Division Duplex) 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*.
2. Mode komunikasi data menggunakan *Frequency Division Duplex* dan *Time Division Duplex*.
3. *Chip rate* merupakan parameter kecepatan data jumlah *user* dalam WCDMA. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi *chip rate*, maka semakin banyak *user* yang dapat ditampung. Pengertian lainnya adalah dalam menentukan

jumlah *user*, semakin besar jumlah *chip rate*, maka semakin tinggi kecepatan data yang diperoleh masing-masing *user*. Dalam WCDMA, *chip rate* yang digunakan sebesar 3,84 Mbps [2].

4. Struktur *downlink* pada kanal RF menggunakan metode *direct spread*. Dimana teknik komunikasi ini yang dicirikan oleh *bandwidth* lebar dan *peak power* yang rendah [3].
5. WCDMA untuk panjang *frame* adalah 10 ms dan di dalam 1 *frame* terdiri dari 15 *time slot*. Satu *time slot* adalah satu unit yang terdiri dari beberapa bit. Penomoran bit pada satu *time slot* tergantung pada kanal fisik [5].
6. Modulasi spreading menggunakan metode dual channel QPSK pada sisi *uplink*, penggunaan metode tersebut untuk menghindari gangguan pada saat transmisi ke arah *uplink* dengan menyediakan dua saluran fisik untuk *multiplexing*.
7. Modulasi menggunakan metode QPSK pada sisi *downlink* dan BPSK pada sisi *uplink* [7].
8. *Channel coding* menggunakan metode *convolutional code* dimana urutan bit informasi tidak dikelompokkan dalam blok-blok yang berbeda sebelum dikodekan. *Convolutional coding* digunakan pada *voice* dan *turbo coding* digunakan pada komunikasi data [5].
9. *Spreading factor* merupakan perbandingan antara *spreading rate* (kecepatan chip tiap detik) terhadap *user data rate* (kecepatan simbol data *user* tiap detik). Dalam WCDM *spreading factor* bernilai 4-256 (*uplink*), 4-512 (*downlink*) [2].
10. *Power Control* merupakan suatu upaya untuk mengontrol daya pancar dari BTS atau dari MS agar mendapatkan kualitas komunikasi yang baik, *level*

interferensi dapat ditekan seminimal mungkin dan memaksimalkan kapasitas. *Open loop power control* untuk mengatasi masalah *near far* serta *shadowing* pada *reverse link* dari sistem WCDMA pada metode *downlink*, sedangkan *fast close loop power control* digunakan pada saat *uplink* [6].

11. *Spreading* dengan menggunakan sistem OVSF (*Orthogonal Variable Spreading Factor*) dimana kode *channel*-nya berbentuk kode *orthogonal*. Dengan menggunakan kode *orthogonal* tidak akan terjadi *interferensi* pada saat kode ini sinkronisasi. Pada sisi *downlink*, kode *orthogonal* dapat memisahkan pengguna yang berbeda dalam satu sel/sector [7].

2.2 Trafik

Secara umum, pengertian trafik adalah perpindahan suatu benda dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam lingkungan telekomunikasi benda adalah berupa informasi yang dikirim melalui media transmisi. Sehingga trafik dapat didefinisikan sebagai perpindahan informasi (pulsa, frekuensi, percakapan, dsb) dari suatu tempat ke tempat lain melalui media telekomunikasi.

Trafik juga dapat juga diartikan sebagai pemakaian (pendudukan) terhadap suatu sistem peralatan/saluran telekomunikasi yang diukur dengan waktu (berapa lama dan kapan), juga terkait dengan apa yang dipakai, dari mana, ke mana dan lain-lain. Sibuknya sistem CPU sehingga tidak dapat memproses data atau menunda pemrosesan merupakan suatu indikasi kepadatan trafik.

Dalam sistem telepon, permintaan hubungan (panggilan yang datang) tidak dapat ditentukan kapan datang nya dan berapa lama pembicaraan telepon berlangsung (berapa lama suatu peralatan/saluran diduduki). Proses ini dinamakan proses stokastik.

2.2.1 Satuan dan Definisi Trafik

Satuan atau unit trafik yang umum digunakan adalah Erlang, yang diambil dari nama seorang ilmuwan Denmark, Agner Krarup Erlang (1878-1929), seorang penemu teori trafik.

Trafik pada telepon dibangkitkan oleh sejumlah pelanggan, dalam suatu proses pemanggilan mulai dari saat pemanggil mengangkat *hand-set* pesawat telepon, menekan/memutar nomor telepon yang dituju, penyambungan di level sentral sehingga tiap peralatan dapat diidentifikasi lama waktu pemakaiannya (besar trafiknya).

1. *Volume* trafik yaitu jumlah waktu dari masing-masing pendudukan pada seluruh saluran/sirkuit. Dengan cara lain, *volume* trafik dapat ditentukan dengan mengalikan jumlah panggilan dengan rata-rata waktu pendudukan, seperti pada persamaan 2.1.

$$V = n \times h \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

V = *Volume* Trafik

n = Jumlah panggilan

h = Rata-rata waktu pendudukan (*mean holding time*)

2. Intensitas Trafik adalah jumlah waktu pendudukan persatuan waktu atau *volume* trafik (V) dibagi dengan *periode* waktu pengamatan, jika ditulis dengan rumus dapat dilihat pada persamaan 2.2.

$$A = \frac{V}{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana

A= Intensitas trafik

V= *Volume* trafik

T= Waktu pengamatan

Rumus lain dari intensitas trafik dapat dilihat pada persamaan 2.3 yaitu dengan mengalikan jumlah panggilan per waktu pengamatan dengan rata-rata waktu pendudukan.

$$A = y \times h \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

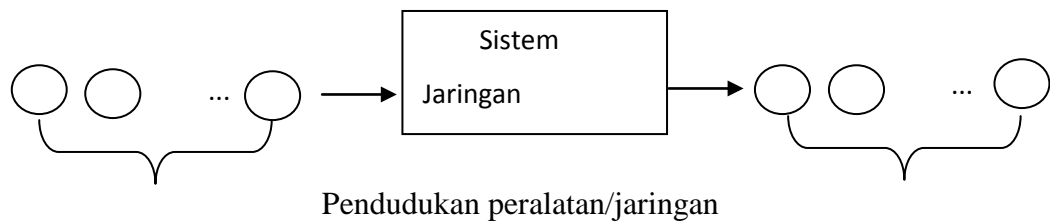
A = Intensitas Trafik

y = jumlah panggilan persatuan waktu pengamatan

h = *Mean holding time*

Dari persamaan diatas, dapat dilihat bahwa intensitas trafik tidak memiliki satuan. Sebagai penghargaan kepada A.K. Erlang yang pertama menyelidiki trafik telekomunikasi, maka ditetapkanlah satuan intensitas trafik dalam **Erlang**, dimana pengertian 1 (satu) Erlang adalah apabila sebuah sirkit diduduki secara terus menerus selama satu jam.

Dalam suatau pengamatan sistem jaringan telekomunikasi, dipantau jumlah panggilan datang $D(t)$, jumlah pendudukan saluran $J(t)$ dan jumlah pendudukan yang terakahir $B(t)$, pengamatan trafik pada sistem jaringan telekomunikasi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pengamatan Trafik pada Sistem Jaringan Telekomunikasi

2.2.2 Karakteristik Trafik

Sumber trafik adalah *subscriber* (pelanggan). Kapan dan berapa lama pelanggan menggunakan jaringan (mengadakan pembicaraan) tidak dapat ditentukan. Trafik di dalam suatu jaringan tergantung dari jumlah panggilan yang masuk ke jaringan itu sendiri dan berapa lama pendudukannya (*holding time*).

Dengan demikian perlu untuk mengetahui karakteristik kedatangan panggilan (*pattern of arrivals*), karakteristik selang waktu kedatangan panggilan (*arrival time*) dan karakteristik lamanya pendudukan (*holding time*).

Adapun beberapa karakteristik tipikal dalam katagori panggilan telepon yaitu:

1. Private subscriber : 0,01 – 0,04 erlang
2. Business subscriber : 0,03 – 0,06 erlang
3. Private branch exchange : 0.10 – 0,60 erlang
4. Pay phone : 0,07 erlang

Artinya seorang pelanggan rumahan (*private subscriber*) biasanya menggunakan 1% s.d 4% waktunya untuk berbicara melalui telepon pada suatu selang yang disebut "jam sibuk", untuk ini diperlukan 2250-9000 pelanggan rumahan untuk menghasilkan trafik 90 erlang.

2.2.3 Pola Kedatangan Panggilan

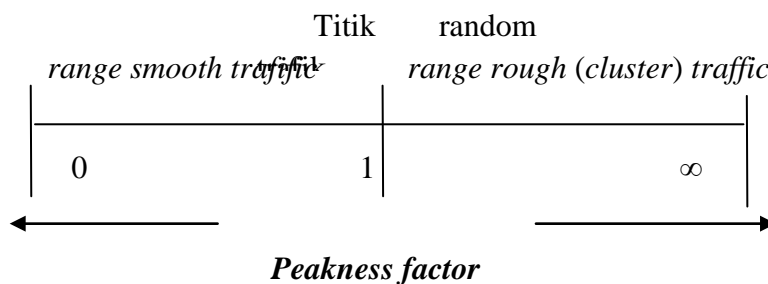
Pola kedatangan panggilan yaitu jumlah panggilan yang datang ke dalam suatu jaringan pada suatu waktu. Pola kedatangan panggilan dapat diprediksikan dengan mengetahui besarnya *peakness factor* (PF) atau *variance to mean ratio* (VMR) yaitu perbandingan antara variasi dan rata-rata jumlah panggilan yang datang (berdasarkan *interarrival time*-nya), rumus PF ini dapat dilihat pada persamaan 2.4.

$$PF = VMR = \frac{V}{M} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dari nilai PF tersebut dapat diklasifikasikan 3 pola kedatangan panggilan yaitu:

1. Pola kedatangan acak (*random*) : PF = 1
2. Pola kedatangan *smooth* : PF < 1
3. Pola kedatangan kasar (*rough, cluster*) : PF > 1

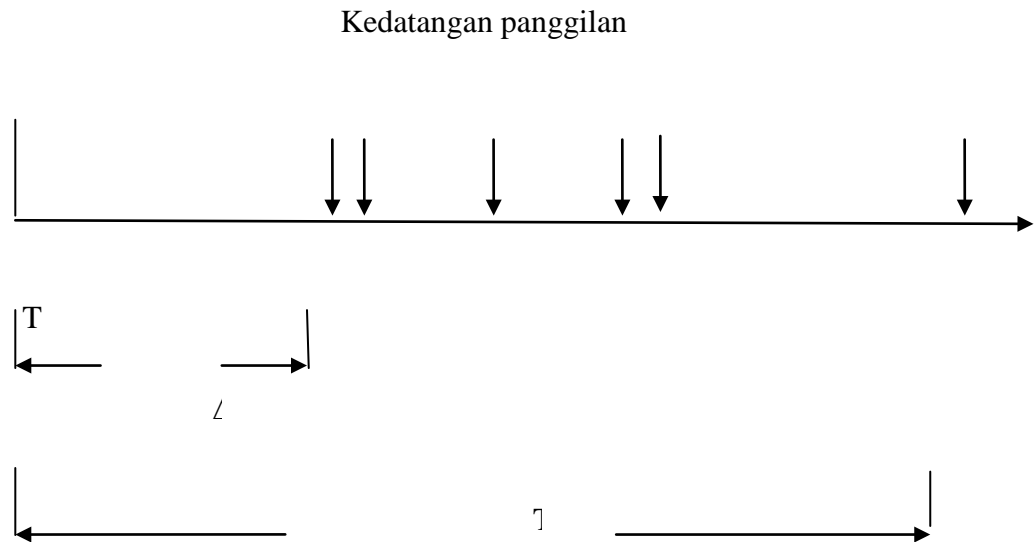
Gambar *peakness factor* akan diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Peakness Factor*

2.2.4 Interarrival Time

Interarrival time yaitu waktu antara datangnya panggilan yang satu dengan panggilan berikutnya, misalnya Δt adalah selang waktu antara kedatangan panggilan 0 dan ke 1 pada periode waktu T seperti tampak pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Interarrival Time*

Jika $\Delta t = T$, maka selama periode waktu T hanya ada 1 *call* yang datang atau jika $\Delta t = 0$, berarti tidak ada panggilan yang datang selama periode T tersebut.

Jika c adalah jumlah panggilan (*call*) yang datang selama periode T , maka nilai *probabilitas interarrival time* dapat dinyatakan dengan persamaan 2.5.

$$P(\Delta t \leq T) = P(c > 1) = 1 - p(c = 0) \dots\dots\dots (2.5)$$

Untuk pola kedatangan panggilan acak (*random*) dapat dituliskan sebagai persamaan distribusi eksponensial sesuai dengan persamaan 2.6.

$$P(\Delta t \leq T) = 1 - e^{-\alpha t} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana α rata-rata datangnya panggilan (jumlah panggilan persatuan waktu). Rumus untuk menentukan rata-rata *interarrival time* terdapat pada persamaan 2.7.

$$E \{ \Delta t \} = \frac{1}{\alpha} \dots\dots\dots (2.7)$$

dan persamaan 2.8 untuk mencari *variasi interarrival time* :

$$V \{ \Delta t \} = E \{ \Delta t \}^2 - E \{ \Delta t \}^2 = \left(\frac{1}{\alpha} \right)^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Sehingga *coefficient of variance* (CV) dapat dilihat pada persamaan 2.9.

$$Cv \{ \Delta t \} = \frac{\sqrt{v \{ \Delta t \}}}{E \{ \Delta t \}} = 1 \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan demikian, jika:

$CV \{ \Delta t \} = 1$, *interarrival time* adalah acak yang bearti juga datangnya secara acak

$CV \{ \Delta t \} < 1$, datangnya panggilan-panggilan secara *smooth* (kecil)

$CV \{ \Delta t \} > 1$, datangnya panggilan-panggilan secara *rough* (kasar)

Catatan:

Kedatangan panggilan-panggilan yang acak diartikan sebagai asumsi bahwa sumber trafik yang ingin melakukan panggilan sangat banyak dan tak terhingga secara terus-menerus (tidak pernah datang), sehingga dapat dianggap konstan. Seperti aliran air yang mengalir, dianggap tetap meskipun debit air tersebut tidak selalu tetap.

2.2.5 Holding Time

Holding time (waktu pendudukan) atau *service time* (waktu pelayanan) adalah lamanya panggilan menduduki suatu saluran (*server*). *Holding time* dapat

diklarifikasikan menjadi dua jenis yaitu *holding time* yang konstan dan *holding time* yang bervariasi.

Holding time dikatakan konstan karena lamanya pendudukan panggilan-panggilan terhadap suatu *server* adalah sama, sedangkan *holding time* dikatakan bervariasi (acak) karena lamanya pendudukan panggilan-panggilan terhadap suatu *server* berbeda-beda.

Untuk *holding time* yang bervariasi dan berdistribusi eksponensial, nilai probabilitas *holding time* terdapat pada persamaan 2.10.

$$P(t_h \leq t) = 1 - e^{-t/t_m} \dots\dots\dots (2.10)$$

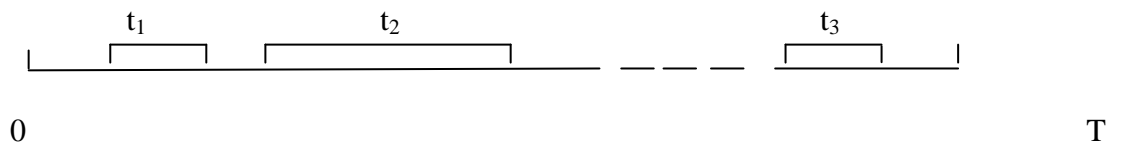
Dimana:

T_h = *holding time* (waktu pendudukan)

$P(t_h \leq t)$ = probabilitas waktu pendudukan yang berlangsung selama waktu kurang dari atau sama dengan t .

T_m = *mean holding time* (waktu pendudukan rata-rata)

Misalkan selama waktu T , suatu saluran (sirkuit) diduduki oleh P buah panggilan, maka saluran sibuk dan bebas akan diperlihatkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Holding Time*

- Sirkuit sibuk (*holding time*)
- Sirkuit bebas

Rata-rata waktu pendudukan (*mean holding time*) dari semua panggilan selama T terdapat pada persamaan 2.11.

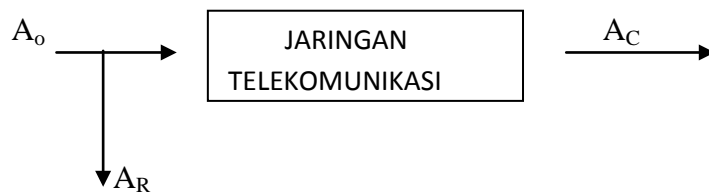
$$T_m = \frac{t_1+t_2+\dots+t_p}{p} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p t_i \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana t_m adalah *mean holding time*, dan panggilan ke -i memiliki *holding time* t.

2.2.6 Macam-Macam Trafik

Dalam jenis trafik terdapat tiga bagian yaitu *Offered Traffic*, *Carried Traffic*, dan *Lost Traffic* tau *reject Traffic*:

1. *Offered Traffic* ($A_o = A$), merupakan intensitas trafik yang ditawarkan ke sistem/server peralatan telekomuniaksi).
2. *Carried Traffic* ($A_c = Y$), merupakan intensitas traffic yang dapat dilayani/ dimuat oleh sistem.
3. *Lost traffic* atau *Reject Traffic* ($A_R = R$), merupakan intensitas trafik yang ditolak oleh sistem (trafik yang hilang), sistem jaringan telekomunikasi dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Jaringan Telekomunikasi

Besar *trafik* A_c dapat diukur, sedangkan besar trafik A_o diestimasi dengan menambahkan trafik yang dimuat dan kemungkinan (probabilitas) trafik

yang ditolak. Hubungan antara besarnya trafik dengan probabilitas trafik yang ditolak dapat dilihat dari persamaan 2.12.

$$A_o = A_c + A_r \dots\dots\dots (2.12)$$

Dalam mendesain jaringan antar sentral, jumlah sirkit yang harus diinstalasi tidaklah mungkin menyediakan sebanyak jumlah pelanggan. Dengan demikian, akan ada kemungkinan sejumlah panggilan ditolak (tidak terlayani) pada saat seluruh sirkit diduduki. Jumlah panggilan yang diperbolehkan ditolak tidak boleh lebih dari 1%. Artinya bila ada 100 panggilan yang datang bersamaan, hanya 1 panggilan yang diperkenankan ditolak (dibuang dari sistem). Besar probabilitas (kemungkinan) panggilan yang dapat ditolak dinyatakan dengan simbol “B” atau sering juga disebut sebagai *Probabilitas Blocking*. Dilihat dari sisi pelayanan istilah probabilitas *blocking* dinyatakan dengan “*Grade of Service*” (**GOS**). Besarnya probabilitas *blocking* untuk sejumlah panggilan identik dengan probabilitas trafik yang ditolak, sehingga besarnya A_r dapat dinyatakan dengan persamaan 2.13.

$$A_r = A_o \times B \dots\dots\dots (2.13)$$

Karena $A_o = A_c + A_r$, maka trafik A_o dapat dihitung dengan persamaan 2.14.

$$A_o = \frac{A_c}{1-B} \dots\dots\dots (2.14)$$

2.2.7 Probabilitas Blocking

Blocking adalah suatu kemampuan sistem untuk menolak melayani panggilan karena kanal yang tersedia sudah berisi (tingginya jumlah panggilan yang tidak sebanding dengan jumlah kanal yang tersedia), hubungan antara

probabilitas *blocking* yang terjadi dengan besar intensitas trafik dan jumlah saluran dapat dilihat pada persamaan 2.15.

$$P_b = \frac{A^N}{\sum_{K=0}^N A^K} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

P_b = probabilitas *blocking* yang terjadi

A = besar intensitas trafik

N = jumlah saluran

Ada beberapa jenis *blocking* antara lain :

1. *Blocking call set up*, terjadinya banyak percobaan pengulangan melakukan panggilan.
2. *Blocking* kanal suara, jika panggilan datang sebagian tidak dapat dilayani karena tidak mendapatkan kanal suara.
3. *Blocking end office*, truk panggilan dari sentral ke *end office* mulia meningkat dan jumlah terhubung ke *end office* menjadi tidak mencukupi.

2.2.8 Kongesti Trafik

Kongesti adalah suatu keadaan dimana semua saluran/*server* sedang dalam keadaan diduduki serempak pada suatu waktu.

Pelayanan terhadap panggilan-panggilan yang datang pada saat terjadi kongesti tergantung kepada sistem operasi yang digunakan oleh *server*. Sistem operasi yang dimaksud tersebut adalah : *loss system* (sistem hilang), *waiting system* (sistem tunggu), dan *overflow system* (sistem luap)

Pada sistem hilang (*loss system*), panggilan-panggilan yang datang pada saat terjadi kongesti akan ditolak dan hilang dari sistem. Pada sistem tunggu

(*waiting system*), panggilan-panggilan yang datang pada saat terjadi kongesti akan dipersilahkan menunggu sampai tiba gilirannya untuk dilayani. Sedangkan pada sistem luap (*overflow system*), panggilan-panggilan yang datang pada saat terjadi kongesti tersebut akan dilimpahkan ke *server* berikutnya (*server alternative*) untuk dilayani. Terdapat 2 pengertian pada kondisi kongesti yaitu :

1. *Call congestion*

Probabilitas panggilan yang dan menemui kondisi kongesti. Biasanya diperkirakan dengan rasio antara jumlah panggilan yang ditolak (N_R) dengan jumlah panggilan datang (N_o) selama waktu pengamatan T terdapat pada persamaan 2.16.

$$B = \frac{NR}{NO} \dots\dots\dots (2.16)$$

B disebut sebagai *call congestion blocking probability*. Namun dalam kenyataan jumlah N_g dan N_o yang sesungguhnya sangat sulit diukur karena seringnya terjadinya *repeated call attemp*.

2. *Time congestion*

Probabilitas lamanya waktu terjadinya kongesti. Biasanya diperkirakan dengan rasio antara lamanya waktu kongesti dengan lamanaya pengamatan terdapat pada persamaan 2.17.

$$B = \frac{\text{jumlah waktu server diduduki serempak}}{\text{lamanya waktu pengamatan}} \dots\dots\dots (2.17)$$

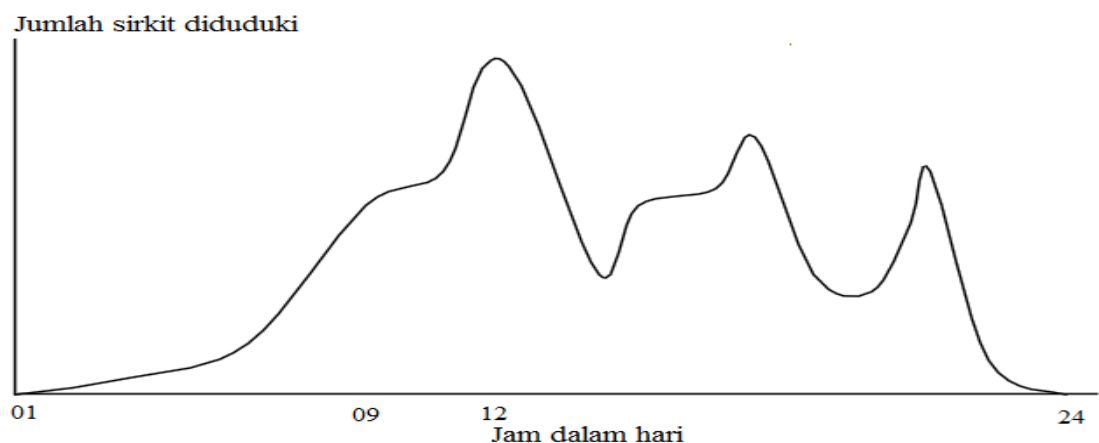
B = *time congestion blocking probability*

2.2.9 Konsep Jam Sibuk

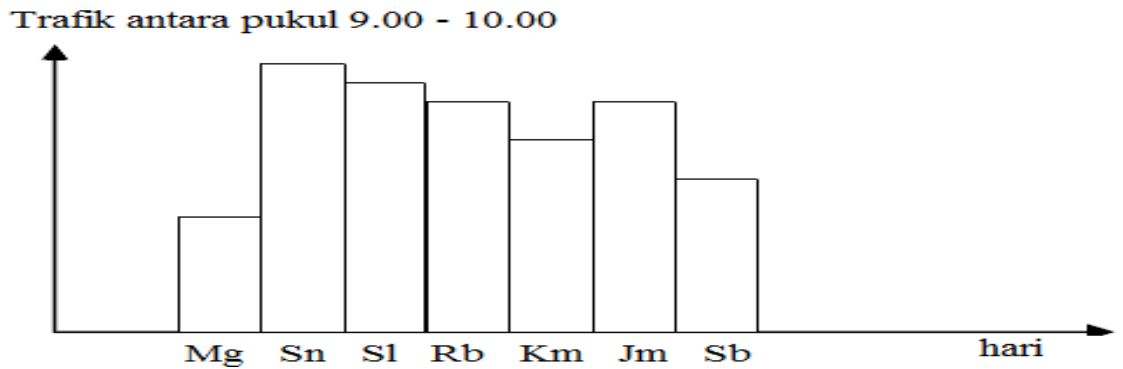
Sumber trafik adalah pelanggan. Kapan dan berapa lama pelanggan mengadakan pembicaraan telepon tidak dapat ditentukan lebih dahulu. Jadi trafik ini besarnya merupakan besar statistik dan kuantitasnya hanya bisa diselesaikan dengan statistik dan teori probabilitas. Jumlah panggilan merupakan fungsi waktu, sedang variasi dari jumlah panggilan tersebut sama dengan variasi trafik. Bila trafik dalam suatu sistem peralatan telekomunikasi diamati, maka akan terlihat bahwa harganya akan berubah-ubah (bervariasi). Variasi trafik terjadi dalam interval waktu :

1. Menit ke menit
2. Jam ke jam
3. Hari ke hari
4. Musim ke musim (hari besar, musim liburan, dll)

Variasi dalam waktu yang pendek (dalam satu jam) terlihat bahwa perubahannya tidak teratur, dapat naik, dapat turun ataupun tetap. Kurva trafik dalam satuan waktu dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan 2.7.



Gambar 2.6 Variasi Trafik Selama 1 hari



Gambar 2.7 Variasi Trafik Selama 1 minggu

Pada Gambar 2.6 diatas terlihat bahwa pada kira-kira pukul 10.00 nilai trafik merupakan yang tertinggi. Hal ini karena ternyata sumbangan trafik terbesar berasal dari pelanggan bisnis. Bila pengamatan trafik tersebut dilakukan pada hari-hari lain, bentuk kurvanya tidak tepat sama, mungkin nilai tertingginya terjadi pada sekitar pukul 10.30. Dari kurva-kurva tersebut terdapat pengertian Jam Sibuk (*Time Consistent Busy Hour*).

Jam sibuk yaitu periode satu jam (60 menit) dalam satu hari di mana trafiknya mempunyai nilai tertinggi dalam jangka lama. Jadi jam sibuk ini didapat dari kurva rata-rata dari banyak kurva (banyak hari).

2.2.10 *Grade of Service (GoS)*

Grade of Service (GoS) adalah tingkat/level pelayanan pada kondisi kongesti trafik dari suatu peralatan pada jam sibuk. GoS ini menggambarkan tingkat penanganan trafik yang sangat tergantung kepada jumlah *server* yang dioperasikan (*switching equipment*, saluran atau *trunk*).

Dalam prakteknya GoS ini adalah perbandingan jumlah panggilan yang tidak dapat dilayani dengan segera (ditolak atau harus menunggu) karena semua *server* sedang sibuk dengan jumlah panggilan yang ditawarkan kepada *server*

tersebut. Panggilan-panggilan yang ditolak/hilang atau harus menunggu tersebut adalah disengaja karena adanya pembatasan jumlah *server* yang disebabkan oleh pertimbangan ekonomis.

Didalam sistem hilang (*loss system*), GoS dapat dinyatakan dengan rasio antara *rejected traffic* dengan *offered traffic* pada jam sibuk, yang dapat dihitung dengan persamaan 2.18.

$$B = \frac{AR}{AO} = \frac{AO-AC}{AO} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dikarenakan lamanya *holding time* panggilan yang hilang dianggap sama dengan *holding time* panggilan yang terlayani, maka GoS dapat pula dinyatakan dengan rasio antara jumlah panggilan yang hilang dengan jumlah panggilan yang datang (ditawarkan), yang dapat dihitung dengan persamaan 2.19.

$$B = \frac{NR}{NO} \dots\dots\dots (2.19)$$

Sedangkan pada sistem tunggu (*waiting system*), GoS ini dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Rata-rata waktu menunggu, *mean waiting time E (W)*
2. Rata-rata panjang antrian, *mean queue length E (N_w)*
3. Rata- rata waktu tunda, *mean queueing time E (Q)*
4. Rata rata jumlah panggilan yang tertunda di dalam system, *mean queue size E (N_e)*
5. Probabilitas panggilan-panggilan yang berada diruang tunggu menunggu melebihi waktu tertentu *P(W > t)*
6. Probabilitas jumlah antrian tidak melebihi jumlah tertentu *P (N_w > n)*

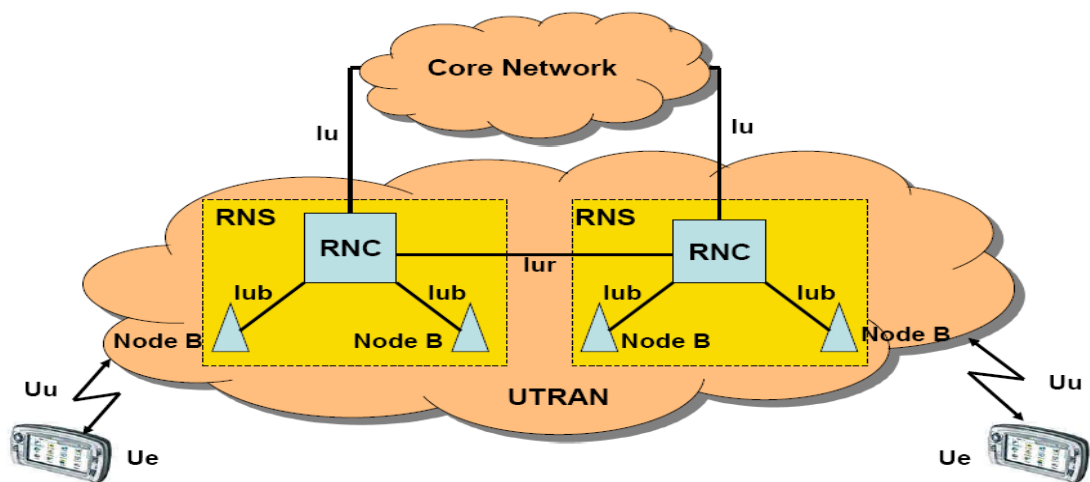
7. Probabilitas semua panggilan di dalam sistem menunggu melebihi waktu tertentu $P(Q > t)$
8. Probabilitas jumlah panggilan di dalam sistem yang lebih besar dari jumlah tertentu $P(N_q > n)$

2.3 Arsitektur Jaringan UMTS

Jaringan UMTS mempunyai arsitektur yang terdiri dari berbagai perangkat yang saling terintegrasi dan saling mendukung sesuai dengan Gambar 2.8. dan Gambar 2.9 di bawah ini.

2.3.1 UTRAN

Di dalam UTRAN (UMTS *terrestrial radio access network*) merupakan bagian dari *Radio Network Subsystems* (RNS). Satu RNS terdiri dari beberapa radio elemen dan bagian tersebut saling terkait dan berhubungan. Radio elemen tersebut diantaranya adalah *Node-B*, biasa disebut *Base Station* dan RNC (*Radio Network Controller*) sebagai fungsi *control*. Arsitektur jaringan UMTS dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Arsitektur Jaringan UMTS

1. Node -B

Node B sama dengan *Base Station* di dalam jaringan GSM. *Node B* merupakan perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada UE dan untuk memberikan lingkupan radio serta juga menyediakan interface udara ke user. Fungsi lain yang ada dalam base station termasuk radio transceiver, pengkodean kanal, pengendalian panggilan, pendeteksian akses dan penyediaan kanal radio. 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* [9].

2. RNC

RNC (*Radio Network Controller*) menyediakan semua hal yang diperlukan untuk pengendalian radio lokal seperti *handover intra RNC*, pengontrolan satu atau lebih *base station*, pengendalian daya, dan alokasi kanal. RNC juga bertindak sebagai suatu *consentrator site* untuk trafik dan *signaling* [2].

Ada beberapa tipe RNC yang dipakai oleh operator telekomunikasi dalam jaringan UMTS, diantaranya pada operator Telkomsel meggunakan tipe *Ericsson RNC 3820* seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 RNC 3820

Pada *Main Subrack* RNC 3820 diharuskan terpasang 12 *module* utama yang terdiri dari *module* :

1. GPB

Module GPB merupakan salah satu *module* utama di dalam RNC. GPB berfungsi sebagai *processor* pada RNC dengan beberapa tugas sebagai berikut:

- a. *Module Main Processor* (mMP) untuk *handle* trafik pada saat tertentu.
- b. Pusat operasi dan *maintenance* pada RNC.

2. SPB

Module SPB juga merupakan *module* utama pada RNC yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. *Handle* semua *traffic* pengguna.
- b. Pembagi *traffic* pada waktu tertentu ke *module* processor.

3. TUB

Module TUB berfungsi menghasilkan *reference time signal* untuk *Radio Acces Network* dan termasuk sistem *clock oscillator*. Selain itu juga menerima *input* sinkronisasi

4. CMXB

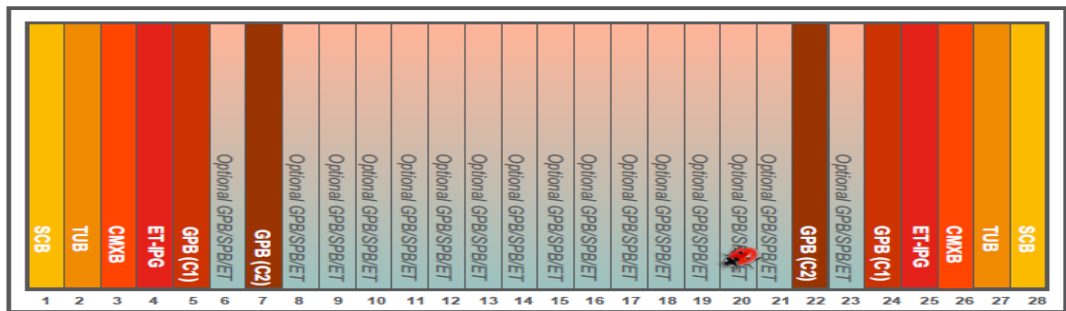
Module CMXB berfungsi sebagai *Ethernet switching* dengan kapasitas 200 Gbps *Ethernet switch*. 10 Gbps *Ethernet port* digunakan untuk koneksi *external* dan *interface* di dalam *link Subrack*.

5. ET IPG

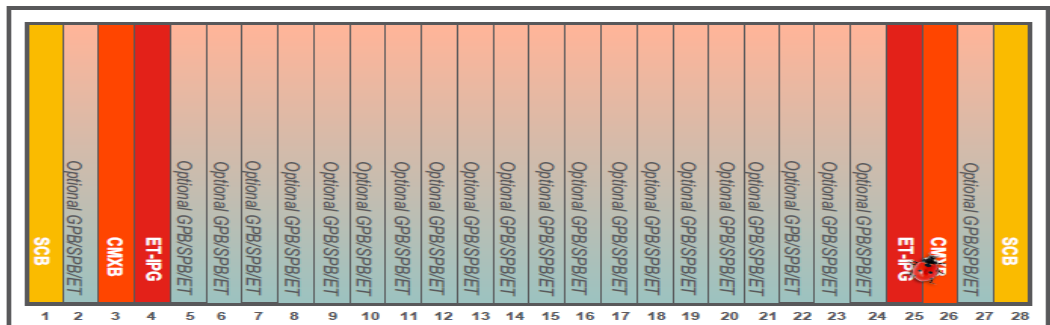
Module ET IPG berfungsi sebagai penyedia 1 Gbps *Ethernet*. *Node* pada *internal module* berfungsi sebagai ATM ke *Gateway Ethernet* dan terhubung ke CMXB melalui IP/*Ethernet* yang terdapat pada bagian *backplane*. Module tambahan dibutuhkan untuk memenuhi kapasitas yang dibutuhkan apabila tidak mencukupi.

6. SCB

Module SCB berfungsi sebagai ATM *switching* yang terdiri dari 16 Gbps ATM *switch*. Selain fungsi tersebut, *module* SCB juga mengatur pembagian sistem clock, *power filter*, dan *interface* pada *inter Subrack link*.



16 optional boards for scalability and flexibility;
12 mandatory boards in main subrack



22 optional boards for scalability and flexibility;
6 mandatory boards in extension subrack

Gambar 2.10 Konfigurasi Hardware Pada RNC 3820

Sesuai dengan fungsinya sebagai Radio Network Control (RNC), parameter yang digunakan dalam unjuk kerja RNC tersebut dilihat pada *Radio Resources Connection (RRC)*. RNC akan aktif melakukan *control* terhadap kapasitas tiap *cell* untuk menghasilkan *RRC Rejection Ratio* yang optimal/rendah. Untuk nilai *RRC Rejection Ratio* didapatkan dengan persamaan 2.20.

$$\text{RRC Rejection Ratio} = \frac{\text{Total RRC Attempt} - \text{Suksesfull RRC Attempt}}{\text{Total RRC Attempt}} \dots (2.20)$$

Dalam operasionalnya, PT. Telkomsel menentukan nilai RRC sebesar 97% yang artinya RNC akan bekerja dengan optimal apabila nilai *RRC Rejection Ratio*-nya maksimal sebesar 3%.

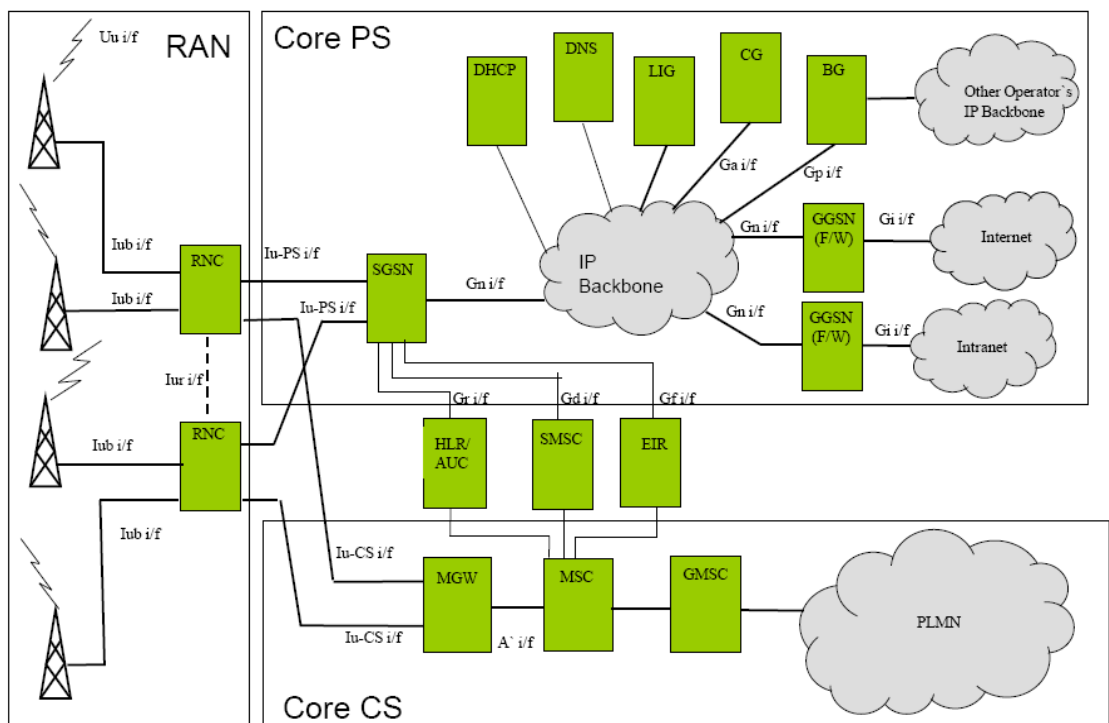
2.3.2. User Equipment

User Equipment 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. Komponen User equipment (UE):

1. *Mobile Equipment (ME)*, ME merupakan terminal itu sendiri, melaksanakan semua transmisi radio, penerimaan dan fungsi pengolahan.
2. *UMTS Subscriber Identity Module (USIM)*, kartu yang unik mengidentifikasi pengguna UMTS untuk tujuan otentikasi, memegang informasi berlangganan dan menyediakan tambahan fitur keamanan.

2.3.3 Core Network (CN)

Core Network (Jaringan inti) pada UMTS bertanggung jawab untuk fungsi transmisi dan *switching*, manajemen pengguna, pengguna layanan, *networking* dengan jaringan eksternal. *Core network* memberikan dukungan untuk paket dan *circuit switched traffic*. Sebagian besar *core network* UMTS cenderung berevolusi dari infrastruktur jaringan yang ada (GSM, PDN, N-ISDN, B-ISDN). Jenis layanan pada *core network* UMTS diantaranya meliputi Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Arsitektur Core Network Pada UMTS

1. Suara
2. Pesan universal (email terintegrasi, pesan suara, SMS)
3. Video
4. *Internet akses Wireless*
5. *Transfer file*

Interworking didukung untuk :

1. PSTN
2. GSM
3. N-ISDN
4. IP

Core Network secara logis dibagi ke dalam bagian sirkuit *switching* dan bagian paket *switching*. Entitas jaringan dikelompokkan ke dalam bidang fungsional sesuai:

1. Entitas untuk mendukung layanan paket-*switched*.
2. Entitas untuk mendukung layanan *circuit-switched*.
3. Entitas umum untuk paket dan layanan *circuit-switched*.

Entitas *packet switching* diantaranya adalah

1. Melayani GPRS *Support Node* (3G-SGSN).
2. Gateway GPRS *Support Node* (3G-GGSN).
3. *Domain Name Server* (DNS).
4. *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) *server*.
5. *Firewall*.
6. Pengisian paket *gateway*.

Entitas *Circuit switching* :

1. *Mobile Switching Center* (3G-MSC)
2. *Gateway MSC* (GMSC)

3. *Visitor Location Register (VLR)*.

Shared packet dan *entities circuit switching*

1. *Home Location Register (HLR)*
2. *Authentication Center (AUC)*
3. *Equipment Identity Register (EIR)*.

Pemisahan dari sirkuit *switching* dan bagian *packet switching* juga dicapai dengan *interface* logis terpisah antara *core network* dan UTRAN. Daerah lain yang dapat dianggap sebagai bagian dari *core network* meliputi:

1. Sistem manajemen jaringan (seperti penagihan dan pengadaan, dan manajemen pelayanan)
2. *Operations and Maintenance Center (OMC)*.

a. MSC (*Mobile Switching Center*)

MSC (*Mobile Switching Center*) merupakan sentral dari jaringan yang menyediakan fasilitas *routing* dan pengendalian sambungan, pelayanan *interworking*, *billing*, interkoneksi ke jaringan lain dan PSTN. Pada MSC juga terdapat komponen yang disebut VLR (*Visitor Location Register*) yang berfungsi sebagai register penyedia pembaruan (*updating*) lokasi, informasi lokasi dan *database* lokal.

b. HLR (*Home Location Register*)

HLR (*Home Location Register*) merupakan *database* utama jaringan dan mengandung seluruh informasi pelanggan termasuk pelayanan apa

yang diinginkan oleh pelanggan, *service* tambahan serta informasi mengenai lokasi pelanggan yang paling akhir (*Update Location*).

c. SGSN (*Serving GPRS Support Node*)

SGSN merupakan gerbang penghubung jaringan BSS/BTS ke jaringan GPRS. Fungsi SGSN adalah sebagai berikut

1. Mengantarkan *packet* data ke MS
2. *Update* pelanggan ke HLR
3. Registrasi pelanggan baru

d. GGSN

GGSN berfungsi sebagai gerbang penghubung dari jaringan GPRS ke jaringan paket data *standard* (PDN). GGSN berfungsi dalam menyediakan fasilitas *internetworking* dengan *eksternal packet-switch network* dan dihubungkan dengan SGSN *via Internet Protokol* (IP). GGSN akan berperan antarmuka logik bagi PDN, dimana GGSN akan memancarkan dan menerima paket data dari SGSN atau PDN. Selain itu juga terdapat beberapa *interface* baru, seperti : Uu, Iu, Iub, Iur. Antara UE dan UTRAN terdapat *interface* Uu. Di dalam UTRAN terdapat *interface* Iub yang menghubungkan *Node B* dan RNC, *Interface* Iur yang menghubungkan antar RNC, sedangkan UTRAN dan CN dihubungkan oleh *interface* Iu. Protokol pada *interface* Uu dan Iu dibagi menjadi dua sesuai fungsinya, yaitu bagian control plane dan *user plane* . Bagian *user plane* merupakan *protocol* 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 [9].

e. EIR

EIR (*Equipment Identity Register*) adalah basis data yang berisi informasi tentang identitas dari perlengkapan *mobile* untuk mencegah panggilan dari pencurian, *unauthorized*, atau *stasion* bergerak yang rusak. AUC dan EIR di implementasikan sebagai *node* yang berdiri sendiri atau kombinasi *node* AUC/EIR.

f. AUC

Unit yang disebut AUC ([Authentication Centre](#)) ini menyediakan autentikasi dan enkripsi parameter untuk memverifikasi identitas pengguna dan menjamin kerahasiaan dari setiap panggilan. AUC melindungi operator jaringan dari tipe-tipe penggelapan atau kecurangan yang berbeda yang telah ditemukan saat ini di dunia selular [10].