

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penulisan karya ilmiah tugas Akhir ini, penulis menelusuri karya ilmiah dari penelitian karya ilmiah yang telah dilakukan sebelumnya atau penelitian karya ilmiah yang hampir serupa di buku ilmiah, jurnal dll sebagai bahan pertimbangan, perbandingan mengenai kelebihan dan kekurangan yang telah diteliti sehingga dapat sebagai pelajaran untuk mengambil kelebihan dan menutupi kekurangan untuk karya ilmiah tugas Akhir ini.

Berdasarkan topik karya ilmiah tugas Akhir ini, ada beberapa referensi penelitian karya ilmiah yang telah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan penulisan tugas akhir ini, Berikut adalah beberapa rujukan kesimpulan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan untuk membantu penulisan ini, antara lain:

1. Menurut Guang Wan dan Eric Lin. (1999). Pada jurnalnya dengan judul “*Cost reduction in location management using semi-realtime movement information*” memiliki kesimpulan bahwa dalam jurnalnya ini menyajikan beberapa skema paging dan registrasi berdasarkan informasi kecepatan terminal seluler *semi-realtime* untuk jaringan komunikasi nirkabel. Kontribusi utama dari jurnal ini adalah konsep kelas kecepatan yang diusulkan, yang menyediakan informasi *runtime* yang lebih akurat untuk prediksi pelacakan lokasi. Konsep kecepatan dapat diimplementasikan berdasarkan skema registrasi yang ada, seperti registrasi berbasis pergerakan atau registrasi berbasis jarak, dengan *cost* tambahan minimum. Adapun jurnal ini mengusulkan beberapa perbaikan, seperti pendaftaran adaptif dan skema paging, untuk sepenuhnya memanfaatkan informasi kelas kecepatan dan lebih jauh mengurangi area paging yang diperlukan dan jumlah registrasi untuk terminal seluler mobilitas tinggi. Untuk menunjukkan manfaat informasi kelas kecepatan, dari jurnal ini juga telah memperoleh model analitik untuk skema paging kecepatan dasar yang diusulkan, dan telah melakukan simulasi untuk ketiga skema. Hasil simulasi

dengan jelas menunjukkan bahwa skema BVP dapat memberikan peningkatan kinerja yang signifikan dibandingkan dengan skema area lokasi standar, dan skema AVP dapat memberikan peningkatan lebih lanjut atas skema BVP. Skema paging kecepatan yang diusulkan didasarkan pada informasi kelas kecepatan, yang berbeda dari informasi statistik yang digunakan oleh kebanyakan pendekatan sebelumnya. Namun, informasi kelas kecepatan memiliki konflik minimum dengan informasi statistik. Sehingga, pada jurnal ini Guang Wan dan Eric Lin dapat menggabungkan paging kecepatan dengan beberapa pendekatan paging statistik yang ada dalam pencarian algoritma manajemen lokasi yang lebih baik.

2. Menurut Kuan-PoLin dan Hung-YuWe. (2010). Pada jurnalnya dengan judul "*Paging and Location Management in IEEE 802.16j Multihop Relay Network*" memiliki kesimpulan bahwa dalam jurnalnya ini menyelidiki skema manajemen paging dan lokasi di jaringan relai multihop IEEE 802.16j. Skema paging kompatibel dengan operasi mode siaga dalam standar IEEE 802.16j dan terintegrasi dengan desain area paging dan skema mekanisme pembaruan lokasi berbasis-timer. Model mobilitas acak berjalan umum yang cocok untuk menyelidiki mobilitas pengguna dalam sistem relay seluler multihop, misalnya, IEEE 802.16j. Model mobilitas analitis ditampilkan agar sesuai dengan hasil simulasi. Jurnal ini menerapkan model mobilitas jalan acak ini untuk menganalisis skema paging yang diusulkan. Skema yang diusulkan berkinerja baik dibandingkan dengan skema berbasis dimensi. Selain itu, optimasi pembaruan area paging yang diusulkan telah ditunjukkan untuk meminimalkan *cost* pensinyalan secara efektif. Di masa mendatang, akan direncanakan untuk menginvestasikan lebih lanjut usia lanjut dan algoritma pembaruan lokasi untuk lebih meningkatkan *cost* pensinyalan dan penundaan paging. Bahkan, model mobilitas nonrandom-walk untuk IEEE 802.16j adalah item pekerjaan masa depan yang menarik untuk dipelajari. Paging tingkat lanjut dan lokasi yang diperbarui dengan model generalisasi dari model mobilitas akan memainkan peran penting dalam optimasi jaringan relai IEEE 802.16j.

3. Aakanksha Sharma, Anurag Jain, and Anubhav Sharma. (2013). Pada jurnalnya dengan judul “*Aselective Paging Schemebased On Activityin Cellular Mobile Networksfor Reporting Centre*” memiliki kesimpulan bahwa dalam jurnalnya ini mengatakan masalah utama dalam komunikasi seluler adalah menemukan lokasi terminal seluler saat ini untuk memberikan layanan, yang dikenal sebagai *Location Management (LM)*. LM melibatkan pelacakan lokasi terkini, MT (*Mobile Terminal's*), yang bergerak bebas lintas sel yang berbeda untuk menyediakan layanan bagi mereka. Dari jurnal ini telah menerapkan paging selektif berbasis prediksi pada skema pusat pelaporan di jaringan seluler, yang mengurangi *cost* paging tanpa memengaruhi *cost* pembaruan lokasi. *Cost* paging dan *cost* LM untuk pembaruan skema konvensional dan yang diusulkan sesuai. Dalam model mobilitas berbasis aktivitas, MT bergerak menuju sel tujuan pada waktu tertentu. Oleh karena itu, hasil mengungkapkan bahwa skema yang diusulkan memprediksi lokasi pengguna dengan akurasi tinggi dan mengurangi biaya paging yang luar biasa.

Dari beberapa tinjauan pustaka yang telah didapatkan dari beberapa karya ilmiah sebelumnya membahas mengenai *Cost Resource Paging*, pendaftaran adaptif dan skema paging, optimalisasi paging dengan melakukan pengurangan *cost* paging tanpa melibatkan pencarian lokasi terkini. supaya maka karya tulis tugas akhir ini akan mengembangkan mengenai *adaptive paging* pada *core network* di PT Indosat Ooredoo dengan metode wawancara mengenai tugas akhir yang akan dibuat dan melakukan pengambilan data perihal *Paging Success Rate (PSR)* dan *Radio Resource Control (RRC)* berdasarkan *Resource* yang digunakan di PT Indosat Ooredoo, Adapun pembahasannya untuk mengetahui tingkat kekesuksesan paging atau PSR, dan mengetahui nilai RRC setelah melakukan pengembangan konfigurasi pada SGSN dari konfigurasi Paging ke *Adaptive paging*. Adapun harapannya walaupun mengurangi nilai *resource ratio paging* tetapi tidak melibatkan dalam melakukan pelacakan lokasi pada saat melakukan paging.

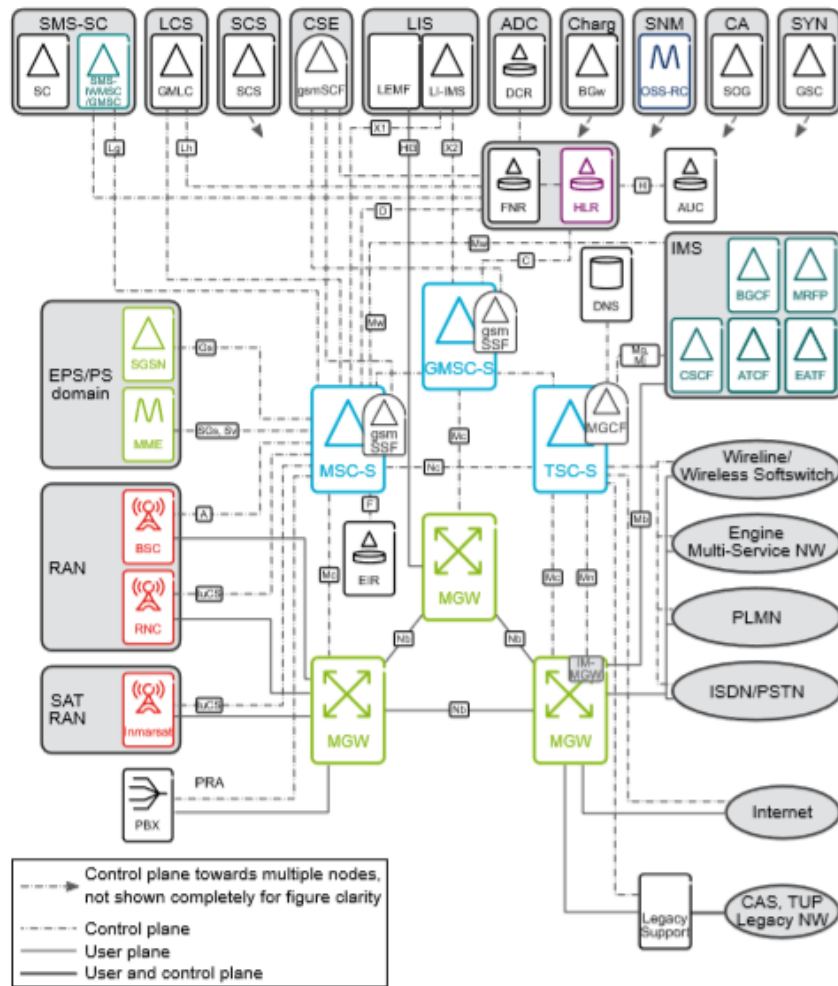
2.2 Dasar Teori

2.2.1 Arsitektur Telekomunikasi 4G

Perkembangan Arsitektur jaringan LTE dipopulerkan dengan istilah SAE (*System Architecture Evolution*) yang mendeskripsikan suatu proses perubahan arsitektur yang sekarang dibandingkan dengan teknologi arsitektur sebelumnya. Adapun karakter yang dimiliki pada jaringan 4G merupakan teknologi 4G LTE yang dapat digunakan untuk membantu berbagai aplikasi baik dalam kebutuhan *bandwidth* dari level minimum hingga level maksimum misalnya aplikasi media, ataupun aplikasi yang membutuhkan komunikasi sistem pemrosesan data yang tidak boleh ditunda. Arsitektur secara keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 2. 1** EPC *Network node* dan *Interfaces* yang menggambarkan arsitektur keseluruhan dari *Radio Access Network*, *Transport*, dan *Core Network*. *Interface*/Antarmuka adalah suatu mekanisme dalam melakukan komunikasi antara pengguna dengan sistem. Interface dapat memberikan input dan output kepada pengguna. *Interface* juga memiliki fungsi untuk menerjemahkan sistem sehingga pengguna dapat mengerti apa yang akan dilakukan terhadap sistem. Dari gambar tersebut juga dapat mengetahui *interface* yang digunakan pada setiap *Node* yang setiap *interface* memiliki fungsinya masing-masing. Adapun elemen dasar pada teknologi 4G LTE dapat terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. *Radio Access Network* (RAN)

RAN merupakan sistem arsitektur LTE yang memiliki *Base Transceiver Station* yang berbasis IP. Selain itu *radio access network* berfungsi sebagai proses untuk menginformasikan gelombang radio kepada *customer*. Evolved NodeB merupakan penerapan aplikasi utama yang masuk kedalam *Radio Access Network*.



Gambar 2. 1 EPC Network Node dan Interfaces

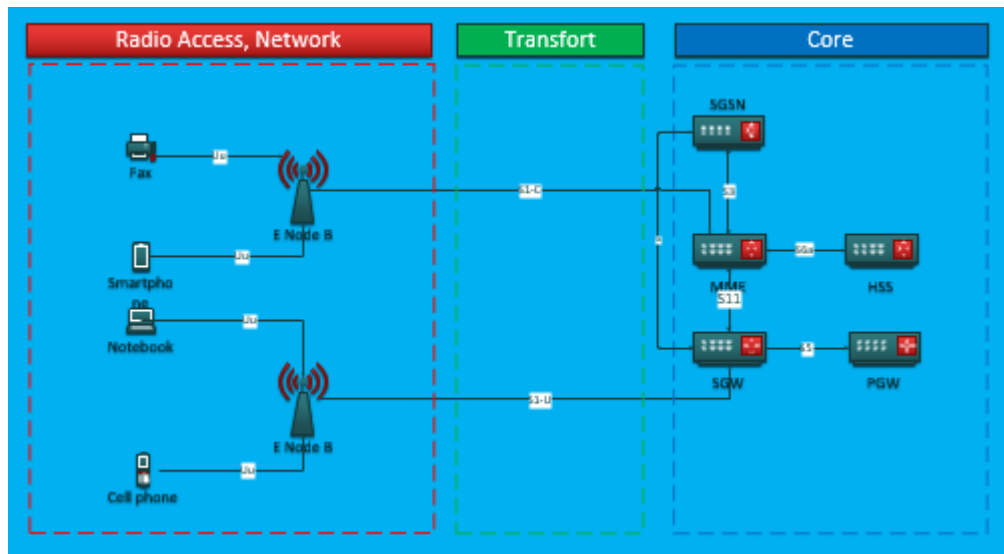
(Sumber: Ericsson, 2015)

2. Core Network

Core Network merupakan sebuah sistem arsitektur komunikasi seluler yang terdiri dari *signaling* paket dan gateway. Peralatan pemula *core network* yakni: MME (*Mobility Management Element*), P-GW (*Packet Gateway*), PCRF (*Policy and Charging Rules Function*), S-GW (*Serving Gateway*) dan HSS (*Home Subscription Service*).

3. Komponen lain

Suatu jenis komponen yang memiliki ciri khas bersifat global, antara lain jaringan transport berupa, IP/MPLS, Fiber Optic, dan Ethernet. Namun ada juga selain itu *transport service control layer* misalnya *IP Multimedia Subsystem (IMS)*.

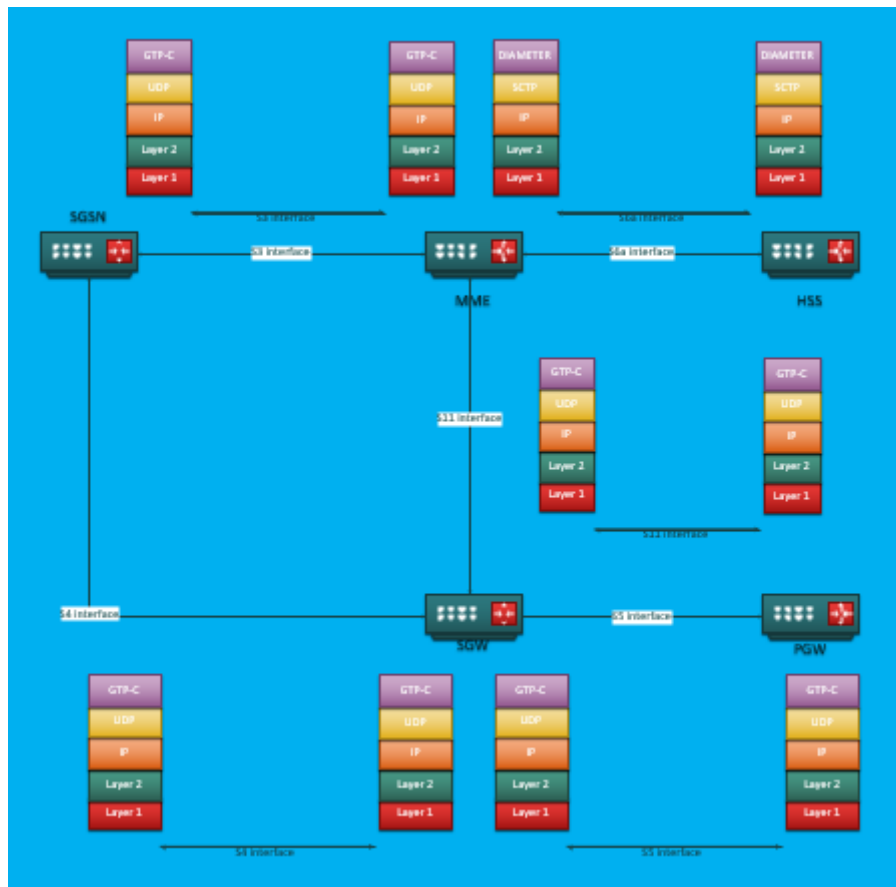


Gambar 2. 2 Arsitektur Telekomunikasi 4G LTE

Pada **Gambar 2. 2** Arsitektur Telekomunikasi 4G LTE merupakan arsitektur untuk jaringan 4G LTE yang terdiri dari *User Equipment (UE)*, *radio control (E-NodeB)*, *Transport* (biasanya dalam telekomunikasi menggunakan *microwave* atau *fiber optic*)

4. Protocol Core 4G

Dalam telekomunikasi, protokol telekomunikasi merupakan suatu sistem berupa aturan sehingga memungkinkan dua atau lebih entitas dari suatu sistem telekomunikasi untuk mengirim informasi melalui jenis variasi kuantitas fisik protokol. Protokol mendefinisikan aturan, sintaksis, semantik dan sinkronisasi telekomunikasi dan memungkinkan metode pemulihan terhadap kesalahan. Protokol juga dapat diimplementasikan oleh perangkat keras, perangkat lunak, atau mengkombinasikan keduanya.



Gambar 2. 3 Protocols Core 4G LTE

Pada **Gambar 2 3 Protocols Core 4G LTE** merupakan gambar arsitektur yang menjelaskan tentang protokol yang digunakan pada setiap *interface* yang berada pada sisi *core network*. Sistem telekomunikasi agar dapat terdefinisi dengan baik untuk bertukar berbagai pesan dalam telekomunikasi maka harus menggunakan format yang terdefinisi. Setiap pesan telekomunikasi memiliki makna yang tepat agar dimaksudkan memperoleh respon dari banyak kemungkinan tanggapan yang sebelumnya telah ditentukan untuk situasi tertentu. Perilaku yang ditentukan biasanya tidak tergantung pada bagaimana hal itu diterapkan. Protokol komunikasi harus disetujui oleh objek yang terlibat. Oleh karena itu, untuk mendapatkan kesepakatan sebuah protokol yang nantinya dapat dikembangkan menjadi standar teknis. Bahasa pemrograman menjelaskan hal yang sama untuk komputasi, jadi ada analogi yang erat antara protokol dan bahasa pemrograman: protokol adalah untuk berkomunikasi apa bahasa pemrograman untuk komputasi.

2.2.1.1 *Circuit Switching*

Circuit Switching adalah suatu jaringan telekomunikasi yang rancangannya untuk telekomunikasi pada jalur statik atau jalur yang tetap. *Circuit Switching* dibangun dari suatu sirkuit yang terdedikasi. Adapun yang terdedikasi disini adalah sirkuit yang terdedikasi yang tidak dapat dilalui oleh pengguna lainnya, atau dengan kata lain hanya dapat digunakan oleh pengguna yang telah ditentukan saja dan pengguna tersebut akan menggunakan jalur yang tetap.

2.2.1.2 *Packet Switching*

Packet switching adalah suatu jaringan telekomunikasi yang rancangannya menggunakan metode komunikasi digital dimana semua data yang akan ditransmisikan, terlepas dari konten, tipe struktur, akan dikotakan menjadi yang berukuran sesuai, disebut paket. Fitur pada pengiriman *Packet Switching* terbagi menjadi variabel bit-rate data *stream* (urutan paket) melalui jaringan bersama. Ketika melintas adapter jaringan telekomunikasi, *switch*, *router*, dan *node* jaringan lainnya seperti komputer, printer, atau perangkat, beberapa paket tersebut nantinya anti untuk ditransmisikan, mengakibatkan penundaan variabel dan *throughput* tergantung pada beban lalu lintas dalam jaringan.

2.2.1.3 *Serving GPRS Supporting Node (SGSN)*

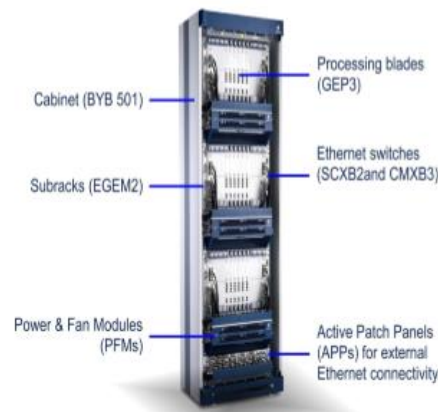
SGSN atau *Serving GPRS Supporting Node* adalah salah satu perangkat yang memiliki peranan penting dalam bidang telekomunikasi yang memiliki fungsi sebagai media penghubung dalam layanan telekomunikasi. Adapun peranan dalam fungsi SGSN yang utama dapat terbagi pada *session management*, *mobility management*, *security options*, dan *subscriber verification*. Fungsi SGSN pada setiap bagian tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Adapun beberapa fungsi utamanya adalah:

Untuk fungsi *session management* terhadap SGSN adalah berfungsi sebagai prosedur untuk mengatasi hubungan antara *subscriber*

komunikasi ke jaringan data eksternal, adapun sehingga secara keseluruhan merupakan kumpulan prosedur untuk melakukan aktivasi, deaktivasi, dan modifikasi data antara MS dengan jaringan eksternal.

Untuk fungsi *mobility management* terhadap SGSN adalah berfungsi sebagai pemerhati perpindahan antara dan dari *mobile station*. Ketika sebuah *Mobile station* berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya, maka jaringan tersebut terlebih dahulu harus mengetahui lokasi *mobile station* agar selalu tetap mempunyai koneksi yang stabil sehingga koneksi tidak mudah terputus karena beberapa faktor penyebabnya. Adapun *mobile management* pada *mobile station* mempunyai beberapa kondisi pada layanan jaringan, yaitu:

1. *Idle* : Tidak terhubung ke jaringan atau *Disconnect*
2. *Ready* : Terhubung ke jaringan dan sedang menggunakan layanan.
3. *Standby* : Terhubung ke jaringan tapi belum menggunakan layanan.



Gambar 2. 4 SGSN MK VIII

(Sumber: Jefri Yandika, 2012)

Adapun pada **Gambar 2. 4** SGSN MK VIII memiliki bagian-bagiannya masing-masing, untuk itu maka dibawah ini akan menjelaskan tentang fungsi pada setiap bagiannya, yaitu:

1. Kabinet

Kabinet Adalah berfungsi sebagai wadah untuk menampung seluruh perangkat.

2. *Magazines*

Magazines adalah berfungsi sebagai wadah dimana disimpannya PIU

3. PIU

PIU adalah terdiri dari beberapa *module processor* untuk *application processing* dan *interface module* untuk melakukan komunikasi dengan perangkat lain

4. APP (*Active Patch Panel*)

APP adalah sebuah sebagai panel *patch*

5. Fan Unit

Fan Unit adalah sebagai pendingin untuk menjaga suhu ruangan SGSN

6. *Dust Filter*

Dust Filter adalah sebagai penyaring atau pelindung dari debu yang nantinya akan masuk ke dalam SGSN cabinet

7. PDU

PDU adalah sebagai sumber energi yang nantinya akan digunakan oleh seluruh komponen yang terdapat pada kabinet SGSN

2.2.1.4 Gateway GPRS Support Node (GGSN)

Gateway GPRS Support Node (GGSN) merupakan komponen utama dari jaringan GPRS. GGSN sendiri akan bertanggung jawab atas *interworking* antara jaringan GPRS dan jaringan *switch* paket eksternal, seperti internet dan jaringan X.25. Dari sudut pandang jaringan eksternal, GGSN adalah router ke sub-jaringan. Ketika GGSN menerima data yang ditujukan kepada pengguna tertentu, GGSN memeriksa apakah pengguna tersebut aktif. Jika ya, GGSN meneruskan data ke SGSN yang melayani pengguna seluler, tetapi jika pengguna seluler tidak aktif, data tersebut

akan dibuang. Di sisi lain, paket yang berasal dari seluler diarahkan ke jaringan yang tepat oleh GGSN. Untuk melakukan semua ini, GGSN menyimpan catatan pengguna seluler aktif dan SGSN yang dilampirkan oleh pengguna seluler. Ini mengalokasikan alamat IP untuk pengguna seluler dan yang terakhir, GGSN bertanggung jawab atas tagihan.

2.2.1.5 E-UTRAN

Jaringan akses pada 4G LTE hanya memiliki satu elemen saja, yaitu eNodeB. eNodeB adalah interface dengan pengguna perangkat atau UE. eNodeB memiliki fungsi untuk RRM (*Radio Resource Management*) dan sebagai *transceiver*, sebagai RRM, eNodeB memiliki fungsi adalah sebagai pengontrol dan pengawas pengiriman sinyal yang pancarkan sinyal radio, berperan dalam *authentication* atau mengontrol kelayakan data yang nantinya akan melewati eNodeB, dan untuk mengatur penjadwalan atau *scheduling*.

E-UTRAN bertanggung jawab atas komunikasi radio antara ponsel dan EPC (*Evolved Packet Core*) dan hanya memiliki satu komponen, BTS *evolved*, yang disebut eNodeB. Untuk setiap eNodeB adalah BTS yang nantinya akan mengontrol ponsel dalam satu sel atau lebih. BTS yang berkomunikasi dengan ponsel dikenal sebagai eNodeB yang melayaninya. Ponsel LTE berkomunikasi hanya dengan satu eNodeB dan satu sel pada waktu bersamaan dan berikut adalah dua fungsing utama yang didukung oleh eNodeB.

eNodeB mengirim dan menerima transmisi radio untuk semua ponsel yang berada dicakupan pancar sinyal radionya menggunakan analog dan menggunakan digital untuk fungsi pemrosesan sinyal digital antarmuka udara LTE.

eNodeB mengontrol operasi tingkat rendah dari keseluruhan ponselnya, dengan pengiriman pesan sinyal seperti perintah untuk melakukan *handover*, setiap eNodeB dihubungkan ke *Evolved Packet Core* (EPC) dengan menggunakan antarmuka S1 dan ini juga dapat

dihubungkan ke eNodeB terdekat dengan antarmuka X2, yang utamanya digunakan untuk melakukan pemberian pesan isyarat dan akan melanjutkan packet selama *handover*.

Sebuah *Home* eNodeB (HeNodeB) adalah eNode yang telah dibeli oleh pengguna untuk menyediakan cakupan femtocell di dalam rumah sendiri. Sebuah HeNodeB biasanya dimiliki oleh kalangan pelanggan tertutup (CSG) dan hanya dapat diakses oleh ponsel dengan USIM yang juga dimiliki oleh kelompok serupa.

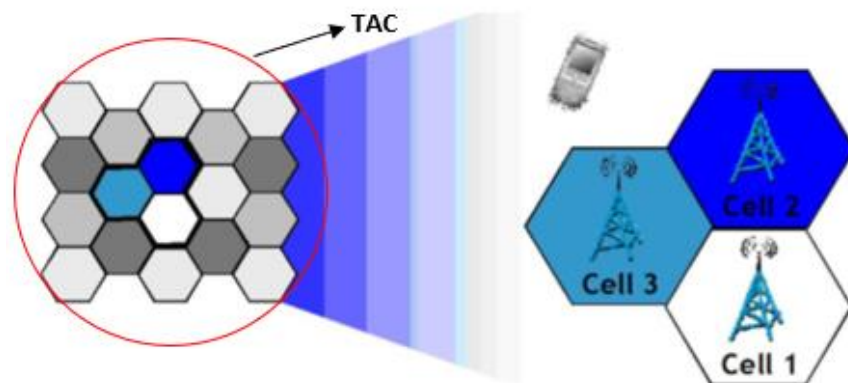
2.2.1.6 Track Area

Tracking area mirip dengan area lokasi dan area perutean di UMTS, yang pada dasarnya merupakan kombinasi geografis dari beberapa BTS (eNodeBs seperti pada LTE).

Setiap *tracking area* memiliki dua identitas utama:

1. *Track Area Code* (TAC)
2. *Track Area Identity* (TAI)

Cell adalah area cakupan (coverage area) dari Radio Base Station

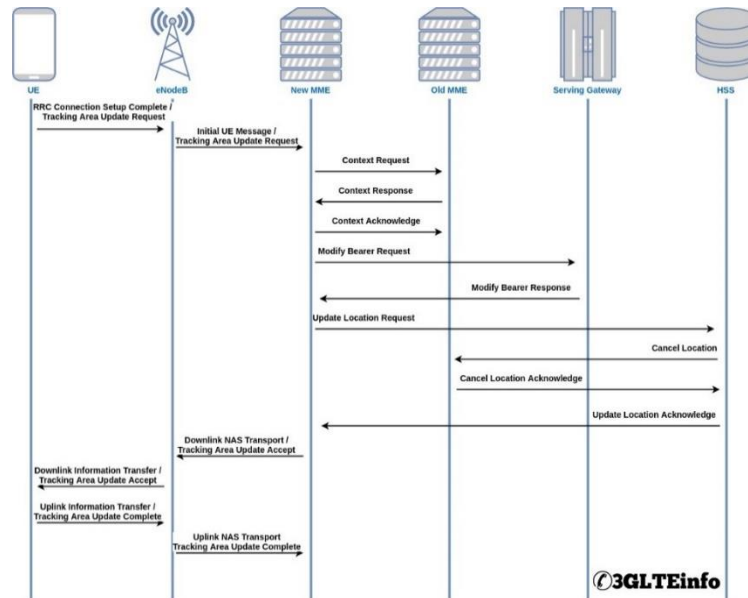


Gambar 2. 5 Sel & TAC

Pada **Gambar 2. 5** Sel & TAC menjelaskan tentang perbedaan sel & TAC. Sel adalah daerah cakupan yang dapat dicakup oleh sebuah EnodeB yang biasanya cakupannya digambarkan dengan model hexagonal dan sebuah EnodeB dapat melayani cakupan area satu sel. Sedangkan, *Tracking area code* mengidentifikasi area pelacakan dalam

jaringan tertentu dan jika menggabungkan TAC dengan PLMN-ID maka akan mendapatkan Identitas Area Pelacakan yang unik secara global.

- *Tracking Area Update Call Flow*



Gambar 2. 6 *Tracking Area Update Call Flow*

(Sumber: Ericsson, 2015)

Pada **Gambar 2. 6** *Tracking Area Update Call Flow* menjelaskan tentang bagaimana proses pengolahan *Track Area* terkini dalam melakukan pencarian lokasi UE pada eNodeB mana yang terakhir UE gunakan beserta lengkap dengan daftar eNodeB terakhir yang digunakan, daftar *Track Area* (TA) yang terakhir digunakan dan *Track Area Identity* (TAI) yang telah digunakan, selanjutnya akan disimpan didalam *Home Subscriber Server* sebagai penyimpanan *Database*. Adapun UE yang disimpan dalam HSS dapat berupa IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*), TIMSI (*Temporary IMSI*), IMEI (*International Mobile Equipment Identity*), dan MSISDN (*Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network Number*). Jadi setelah disimpan dalam HSS maka akan mempercepat kerja sistem telekomunikasi bila UE akan melakukan paging ke *network*.

2.2.1.7 Evolved Packet Core Network (EPC)

EPC adalah *System Core Network* arsitektur LTE terbaru saat ini dalam perubahan arsitektur komunikasi seluler yaitu *Evolved Packet Core Network*, selain itu pada sistem EPC dimana pada komponen *core network* memakai metode all-IP. Pada system EPC sebagai penyedia core mobile secara fungsionalitas pada teknologi generasi sebelumnya 2G, 3G yang mana memiliki 2 bagian yang tidak dapat terpisahkan yaitu *packet switch* sebagai data dan *circuit switch* sebagai *voice*. Pada sistem EPC terdiri dari beberapa komponen yaitu:

1. *Mobility Management Entity* (MME)

Elemen pengatur utama yang terdapat pada EPC dinamakan *Mobility Management Entity*. Selain itu MME bertugas untuk bertanggung jawab terhadap pemilihan *Serving Gateway* (SGW) yang akan digunakan *User equipment* (UE) nantinya saat *initial attach* pada waktu UE melakukan intra-LTE handover. Fungsi lain dari MME juga digunakan sebagai *bearer control*. Selain itu fungsi MME pada arsitektur jaringan LTE sebagai *Mobility management* serta *security* dan *authentication*.

2. *Policy and Charging Rules Function* (PCRF)

Pada arsitektur jaringan memiliki Bagian yang mana berguna untuk memobilisasi informasi ke jaringan, sistem membantu operasional dan sumber lainnya dinamakan PCRF, misalnya portal secara *real time* yang dapat membantu aturan dalam pembentukan yang secara otomatis membuat keputusan untuk setiap *customer* yang berperan aktif di jaringan, selain itu berfungsi untuk mengatasi QoS serta mengatur dalam charging dan rating.

3. *Home Subscriber Server* (HSS)

Tempat penyimpanan data customer untuk semua data user secara permanen dinamakan, *Home Subscriber Server* selain itu berfungsi sebagai tempat penyimpanan lokasi pengguna pada level node untuk mengatur jaringan, serta *security* dan *subscriber management*.

4. *Serving Gateway* (SGW)

Arsitektur jaringan 4G LTE yang berfungsi untuk mengontrol jalur dan meneruskan data ke tujuan yang berbentuk paket dari *user* dinamakan *Serving Gateway*, Namun dapat juga sebagai perantara antara eNodeB dengan UE pada selang waktu *inter-handover* dan perantara teknologi 3GPP lain (2G dan 3G) dengan teknologi 4G LTE. Selain itu SGW merupakan bagian infrastruktur jaringan yang berperan sebagai pusat *maintenance* dan *Operational*.

5. *Packet Data Network Gateway* (PDN GW)

Perangkat yang memiliki peran penting untuk melakukan proses terminasi dengan paket data network pada LTE dinamakan PDNGW, Selain itu berfungsi menyediakan perantara bagi UE ke jaringan paket serta menyediakan link hubungan antara non-3GPP (WIMAX) dengan teknologi LTE.

Pada LTE, EPS menggabungkan E-UTRAN pada sisi akses dan EPC pada sisi inti atau core. Adapun nama lain dari EPC ialah *System Architecture Evolution* (SAE). Dari sisi sistem SAE menggunakan sistem berbeda dari sistem terdahulu, SAE hanya dapat melakukan user plane pada dua node yaitu base station yang disebut *gateway* dan (eNodeB).

2.2.1.8 Mobile Switching Center (MSC)

MSC merupakan inti dari subsistem switching jaringan. MSC sebagian besarnya akan terkait terhadap fungsi alihnya, seperti *call setup*, *release*, dan *routing*. Namun, MSC juga melakukan beberapa fungsi lainnya, yaitu termasuk merutekan pesan SMS, panggilan konferensi, faks, dan tagihan layanan serta berinteraksi dengan jaringan lain, seperti *the public switched telephone network* (PSTN).

Operator dengan jaringan yang tidak terlalu luas atau kecil mungkin hanya membutuhkan satu MSC saja, adapun operator dengan jaringan yang luas membutuhkan beberapa atau banyak MSC. MSC memiliki peran penting dalam telekomunikasi terkhusus ketika

melakukan *handover*, terutama *handover* yang melibatkan banyak pengontrol stasiun basis, dikenal sebagai *handover* antar eNodeB, dan ada juga antar MSC yang disebut sebagai *handover* antar MSC.

2.2.1.9 Home Subscriber Server (HSS)

HSS merupakan database utama pada jaringan LTE. HSS sama halnya dengan HLR pada teknologi komunikasi GSM dimana HLR berfungsi untuk menyimpan database pelanggan secara permanen. HSS adalah kombinasi antara HLR dan AuC untuk autentikasi.

2.2.1.10 User Equipment (UE)

UE merupakan perangkat di sisi pelanggan yang berfungsi untuk melakukan komunikasi. UE terdiri atas suatu *Universal Subscriber identity Module* (USIM). USIM digunakan sebagai identifikasi dan autentikasi perangkat pelanggan dan sebagai kunci keamanan yang dapat bergerak untuk melindungi interface transmisi radio. UE berfungsi sebagai platform aplikasi komunikasi, dimana sinyal dan jaringan dapat disetting, maintenance, dan remove link komunikasi yang diperlukan oleh end user

2.2.2 Prosedur

2.2.2.1 Attach

Dalam mengumumkan kehadirannya di jaringan, UE memulai sebuah *attach* prosedur oleh sinyal ke MME. *Attach* Prosedur yang dimulai dapat berupa *attach* prosedur EPS atau *attach* prosedur darurat. UE dapat mengidentifikasi dirinya dengan *Globally Unique Temporary Identity* (GUTI), *International Mobile Subscriber Identity* (IMSI), atau *International Mobile Station Equipment Identity* (IMEI). Setelah menyelesaikan *attach* prosedur, UE berada dalam status EMM-REGISTERED.

UE juga dapat memulai *attach* prosedur dengan mengirimkan sebuah permintaan *attach* dengan kombinasi *attach flag* dan *attach jenis* "*Combined Attach*".

Sebagai hasil dari *attach* prosedur, sebuah konteks EMM berada di MME dan satu pembawa bawaan dibangun antara UE dan PGW, yang berarti bahwa satu koneksi PDN dibuat. Pembawa khusus juga dapat diaktifkan selama *attach* prosedur berdasarkan permintaan dari PGW.

Jika koneksi PDN tambahan diminta, prosedur Konektivitas PDN digunakan setelah *attach* prosedur selesai.

Attach prosedur juga digunakan ketika pelanggan berpindah dari jaringan CDMA 2000 ke jaringan LTE.

2.2.2.2 Paging

Paging adalah komunikasi *one-to-one* antara ponsel dan Base Stasiun. Paging adalah prosedur yang digunakan jaringan untuk mengetahui lokasi pelanggan sebelum pembentukan panggilan yang sebenarnya. Paging digunakan untuk memperingatkan stasiun seluler dari panggilan masuk/Data. Paging diprakarsai oleh NSS (Network Subsystem) dan didasarkan pada informasi Pendaftaran Lokasi yang disediakan oleh Pelanggan Mobile ketika melakukan Pembaruan Lokasi.

2.2.2.3 Service Request

UE memulai *service request* prosedur digunakan ketika sebuah UE dalam status ECM-IDLE yang menyatakan upaya untuk mengirim data pengguna atau pesan singkat. Itu juga bisa digunakan ketika UE dalam status ECM-IDLE ingin mengirim pesan pensinyalan uplink untuk membangun kembali satu atau beberapa pembawa EPS. *Service Request* prosedur adalah juga digunakan sebagai pesan Respons Paging ketika didahului oleh Paging prosedur. *Service request* prosedur yang Diprakarsai UE yang berhasil mengubah status ECM ke ECM-CONNECTED, memungkinkan UE untuk mengirim atau menerima data

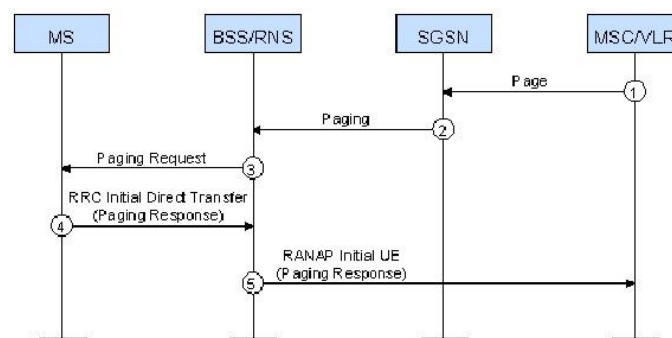
atau pensinyalan. Pembawa yang tidak dapat diatur di eNodeB atau yang tidak dapat diperbarui diSGW dihapus. Jika pembawa bawaan tidak dapat diatur di eNodeB atau menjadi diperbarui dalam SGW, koneksi PDN yang terkait dengannya dihapus. Jika tidak ada pembawa bawaan yang dapat diatur, UE terlepas dengan sebab *Re-attach required*.

2.2.2.4 Location Area Update

Stasiun seluler juga melakukan pembaruan lokasi, untuk menunjukkan lokasi saat ini, ketika pindah ke Area Lokasi baru atau Public Land Mobile Network (PLMN) yang berbeda. Pesan pembaruan lokasi ini dikirim ke MSC / VLR baru, yang memberikan informasi lokasi ke HLR pelanggan. Jika stasiun seluler diotorisasi dalam MSC / VLR baru, HLR pelanggan membatalkan pendaftaran stasiun seluler dengan MSC / VLR.

Prosedur pembaruan lokasi memungkinkan perangkat seluler untuk memberi tahu jaringan seluler, setiap kali bergerak dari satu area lokasi ke yang berikutnya. Ponsel bertanggung jawab untuk mendeteksi kode area lokasi. Ketika seluler menemukan bahwa kode area lokasi berbeda dari pembaruan terakhirnya, ia melakukan pembaruan lain dengan mengirim ke jaringan, permintaan pembaruan lokasi, bersama dengan lokasi sebelumnya dan TMSI.

2.2.2.5 Call-Setup Paging



Gambar 2. 7 Call Setup Paging Triggered by MSC/VLR

(Sumber: Ericsson, 2015)

Pada **Gambar 2. 7** *Call Setup Paging Triggered by MSC/VLR* adalah sebuah *flow* dalam melakukan paging dari *network* ke *Mobile Station* (MS) atau UE. Adapun langkah-langkah yang menjelaskan gambar tersebut adalah sebagai berikut:

1. SGSN menerima pesan page (IMSI, VLR TMSI, Informasi Lokasi) dari MSC. Jika VLR TMSI dihilangkan, IMSI digunakan sebagai ganti TMSI sebagai paging address pada antarmuka radio. Jika informasi lokasi tidak dimasukkan, SGSN harus membuat halaman MS di semua sel yang dilayani oleh VLR dan SGSN, kecuali jika SGSN memiliki informasi yang dapat dipercaya tentang lokasi MS.
2. SGSN mengirim Paging RANAP (IMSI, TMSI, Area, Pesan Core network (CN) DomainIndicator) ke setiap *Base Station System* (BSS). BSS perlu IMSI untuk menghitung grup paging MS dan untuk mengidentifikasi MS paging. TMSI disertakan jika diterima dari MSC. Area menunjukkan area di mana MS dipetakan dan berasal dari konteks MM dari MS di SGSN atau, jika tidak ada informasi yang tersedia, dari informasi lokasi yang diterima dari MSC / VLR. CN Domain Indicator menunjukkan domain mana (CS or PS) yang memulai pesan paging, dan dalam hal ini harus diatur ke 'CS' oleh SGSN.
3. BSS menerjemahkan pesan PAN RANAP yang masuk ke dalam satu pesan Permintaan Paging Radio dan mengirimkannya ke MS. Tidak menerima pesan Paging Request untuk layanan switch circuit, MS menjawab permintaan ini dan mengembalikan respons paging dalam pesan Transfer Langsung Awal RRC.
4. Indikator Domain CN diatur ke 'CS' dalam pesan Transfer Langsung Awal.
5. Ketika diterima di BSS, pesan Paging Response dikirim dalam RANAP Initial UE message ke MSC, yang harus menghentikan timer respons paging kemudian.

Tabel 2. 1 Paging profil untuk LTE.

Paging Profile	Last-Visited eNodeB	Latest-Visited eNodeB List	Last-Visited TA	Track Area Identity List	Paging Timer (T3413) ⁽¹⁾
1	0	0	0	4 ⁽²⁾	-
2	0	0	2	3	-
3	2	0	2	2	-
4	3 ⁽²⁾	2	3 ⁽²⁾	0 ⁽²⁾	1000 ms ⁽²⁾
.
.
20	3 ⁽²⁾	2	2 ⁽²⁾	2 ⁽²⁾	_(2)

(1) The Default Paging Timer Value of any Paging Profile is Defined by the *SIT3413PagingTimer* Parameter

(2) Cofigurable Value

Pada **Tabel 2. 1** Paging profil untuk LTE merupakan tabel menjelaskan tentang parameter yang ada pada konfigurasi SGSN yang nantinya akan diimplementasikan pada *network* yang ada pada PT Indosat Ooredoo, Parameter SGSN tersebut dapat mempengaruhi nilai *Resource* pada eNodeB dan PSR pada SGSN *core network*.

2.2.2.6 Handover

Bentuk *handover* yang paling mendasar adalah ketika panggilan telepon yang sedang berlangsung dialihkan dari selnya saat ini (disebut sumber) ke sel baru (disebut target). Dalam jaringan terrestrial, sumber dan sel target dapat dilayani dari dua *cell site* yang berbeda ataupun *cell site* yang sama (Adapun dari kasus terakhir kedua sel biasanya disebut dua sektor dari *cell site* itu). Seperti *handover*, dimana sumber dan target merupakan sel yang berbeda (Bahkan jika mereka berada di *cell site* yang sama) disebut *inter-cell handover*. Tujuan dari *inter-cell handover* merupakan untuk mempertahankan koneksi karena pelanggan

melakukan perpindahan dari area yang dicakup oleh sel sumber dan berpindah memasuki area sel target.

Pada kasus khusus dimungkinkan, dimana sumber dan terger merupakan satu dan sel yang sama dan hanya saluran yang digunakan diubah selama melakukan *handover*. Seperti *handover*, dimana sel tidak berubah, disebut *inter-cell handover*. Tujuan dari *inter-cell handover* ialah untuk mengubah satu saluran yang dapat mengganggu atau memudar dengan saluran baru yang lebih jelas atau kurang memudar.

Selain klasifikasi *handover* antar sel dan intra sel, klasifikasi tersebut juga dapat dibagi menjadi *handover* keras dan lunak:

1. *Hard handover*

Hard handover adalah saluran dimana sel sumber dipancarkan atau dilepaskan dan kemudian hanya satu saluran di sel target dilibatkan. Dengan demikian koneksi ke sumber terputus sebelum atau 'sebagai' koneksi ke target dibuat, *handover* seperti ini dikenal sebagai *break-before-make*. Adapun tujuan *hard handover* ini dimaksudkan untuk meminimalkan gangguan dalam sesaat ketika melakukan panggilan. *Handover* diketahui oleh teknisi telekomunikasi sebagai suatu kondisi ketika dalam melakukan panggilan. Ini membutuhkan pemrosesan paling sedikit oleh jaringan yang menyediakan layanan. Ketika ponsel berada di antara stasiun pangkalan, maka ponsel dapat beralih dengan stasiun pangkalan mana pun, sehingga stasiun pangkalan memantulkan tautan dengan ponsel maju dan mundur. Ini disebut 'ping-ponging'.

2. *Soft handover*

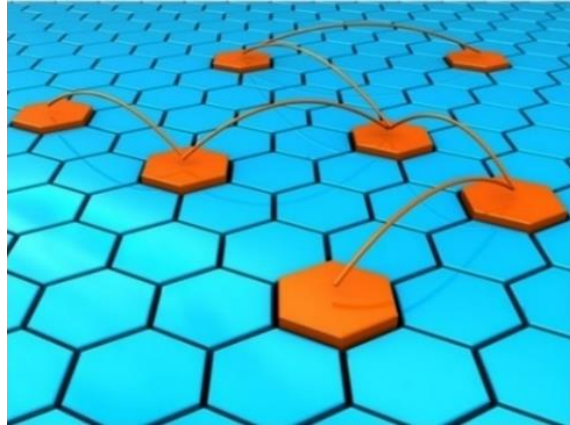
Soft handover adalah saluran dimana sel sumber dipertahankan sementara waktu pada saat dilakukan panggilan secara sejajar dengan saluran yang berada di sel target. Adapun koneksi ke target dibuat sebelum koneksi ke sumber terputus. Oleh karena itu, *handover* ini disebut *make-before-break*. Interval, dimana dua koneksi yang digunakan secara sejajar, mungkin singkat ataupun substansial. Karena

kondisi atau peristiwa ini, *soft handover* dianggap oleh peneliti telekomunikasi sebagai suatu keadaan panggilan, dan bukan peristiwa singkat. *Soft handover* mungkin mempengaruhi terjadinya penggunaan koneksi ke lebih dari dua sel. Adapun koneksi ke lebih dari dua sel seperti koneksi ketiga, koneksi keempat dan seterusnya dapat dipertahankan oleh satu alat telekomunikasi (Telepon) pada saat bersamaan. Ketika suatu panggilan dalam keadaan *soft handover*, sinyal dari saluran yang memiliki kualitas yang baik terhadap yang sedang digunakan akan dapat digunakan untuk melakukan panggilan pada saat tertentu atau seluruh sinyal dapat digabungkan untuk membuat salinan sinyal yang lebih baik kualitasnya. Ketika penggabungan tersebut digunakan baik ketika *downlink (forward link)* dan *uplink (reverse link)* handover disebut lebih lembut. *Handover* yang lebih lembut dimungkinkan ketika sel-sel yang terpengaruhi dalam *handover* mempunyai satu situs sel.

2.2.3 Adaptive paging

Kata *Adaptive* diambil dari kata adaptif, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memiliki arti sebagai mudah menyesuaikan dengan keadaan. Sedangkan paging adalah sebuah pengambilan data informasi mengenai lokasi dimana mobile station berada. Maka dapat dibilang bahwa *adaptive paging* adalah penyesuaian pengambilan data informasi mengenai lokasi mobile station berada. Berbeda dengan paging, *adaptive paging* memiliki keharmonisan data pengambilan lokasi mobile station berada dengan cara melakukan pemanggilan yang berulang-berulang kepada base station yang berbeda. Sedangkan paging hanya melakukan pemanggilan pada base station yang sama sehingga tingkat kegagalan paging tersebut tinggi. Analogi dalam melakukan *adaptive paging* dapat dilihat pada **Gambar 2. 8 Illustration of**

Adaptive paging yang memiliki keharmonisan dalam melakukan paging. Adapun mekanisme dapat dilihat pada BAB 4 Mekanisme *Adaptive Paging*.



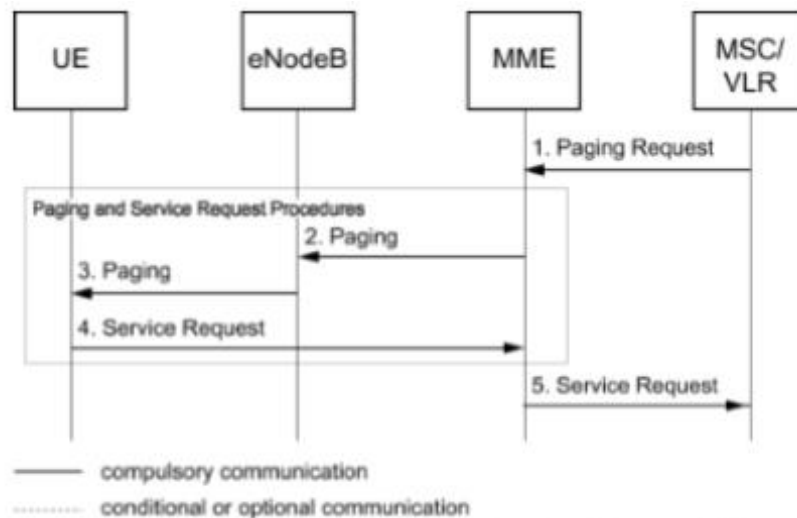
Gambar 2. 8 *Illustration of Adaptive paging*

(Sumber: www.tnuda.org.il, 2016)

Untuk melakukan suatu paging harus melalui beberapa prosedur atau dalam telekomunikasi biasa disebut dengan sebutan *call setup*.

1. *Call Setup Paging Triggered by MSC*

Adapun *call setup* paging yang dipicu oleh MSC dapat dilihat pada **Gambar 2. 9** *Call Setup Paging Triggered by MSC*.



Gambar 2. 9 *Call Setup Paging Triggered* oleh MSC/VLR

(Sumber: Ericsson, 2015)

Mengikuti langkah-langkah prosedur paging yang dipicu oleh sebuah pesan *Paging Request* dari MSC/VLR adalah sebagai berikut:

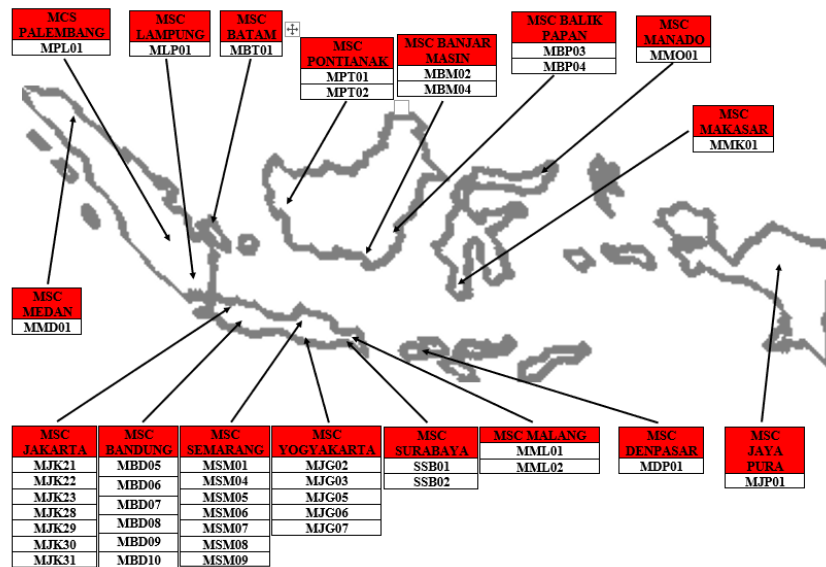
- a. MSC/VLR mengirimkan sebuah pesan paging request untuk SMS ke MME
- b. Ketika UE di ECM-Idle State, MME mengirimkan pesan Paging ke eNodeB berdasarkan Paging Profil terpilih
- c. Jika eNodeB menerima pesan paging dari MME, UE dipaging oleh eNodeB
- d. UE merespon untuk pesan paging oleh pengiriman sebuah pesan *service request* ke MME untuk inisiasi *Service Request* Prosedur
- e. MME mengirimkan sebuah SGsAP *service request message* ke MSC/VLR

2.2.4 Konfigurasi

Konfigurasi merupakan suatu proses dalam melakukan pembuatan penyusunan setelan pada suatu objek yang berupa *hardware* atau *software*. Contoh Konfigurasi sistem telekomunikasi, yang berarti suatu proses dalam melakukan penyetelan dengan pemikiran ke depan agar pada sistem telekomunikasi tersebut dapat dijalankan atau diproses lebih optimal.

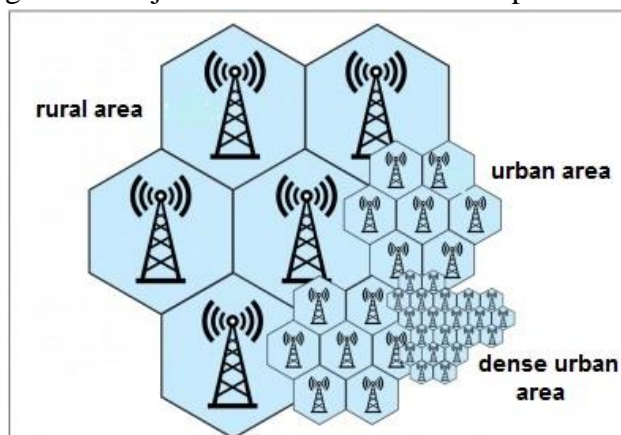
2.2.5 Topology Network Indosat Ooredoo

Dari **Gambar 2. 10** *Topology Network* MSC Indosat Ooredoo dapat dilihat bahwa MSC Indosat terbagi dalam beberapa bagian, sebagai contoh MSC Banjarmasin, dan MSC Pontianak, keduanya terdiri atas 2 MSC untuk mencakup UE yang akan menggunakan jaringan, Untuk PT Indosat Ooredoo sendiri mempunyai banyak MSC di beberapa wilayah di Indonesia yang setiap saat akan melakukan pengolahan terkini sehingga MSC yang terdaftar menjadi *Up to date* dan biasanya akan mengalami penambahan tiap tahunnya. Adapun MSC terbanyak terdapat pada MSC Jakarta, Bandung, dan Semarang. Sedangkan, MSC paling sedikit terdapat pada MSC Medan, Palembang, Lampung, Batam, Manado, Makasar, Denpasar, dan Papua.



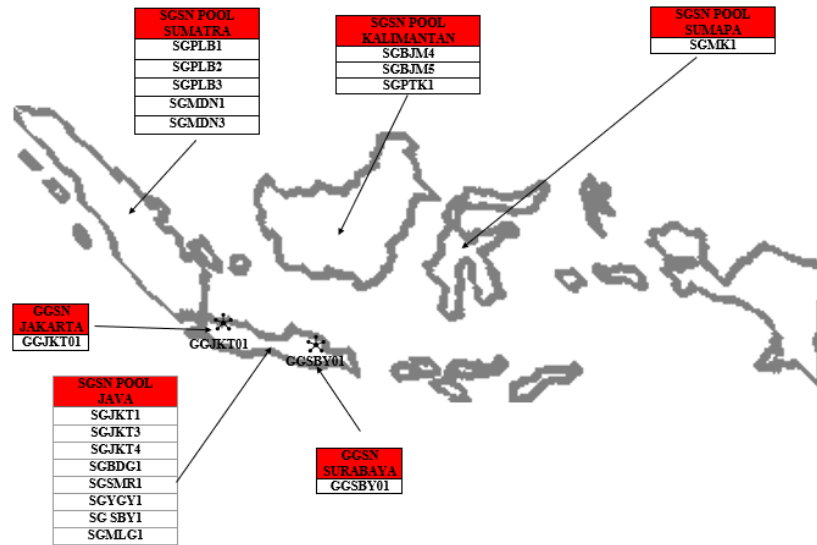
Gambar 2. 10 Topology Network MSC Indosat Ooredoo

Pada **Gambar 2. 11** *Illustration of Communication Coverage* dapat menggambarkan bahwa ketika dalam suatu wilayah memiliki banyak MSC maka dalam suatu wilayah itu juga memiliki jumlah *subscribers* atau pengguna yang banyak. Adapun sebaliknya, ketika dalam suatu wilayah memiliki sedikit MSC maka berarti dalam suatu wilayah itu juga memiliki jumlah subscriber atau pengguna yang sedikit, dapat dimisalkan *dense urban area* seperti Jakarta, bandung, semarang yang memiliki jumlah MSC yang banyak karena penduduknya padat, sedangkan *rural area* seperti pada Medan, Palembang, dan Lampung yang memiliki jumlah MSC sedikit karena penduduk kurang.



Gambar 2. 11 *Illustration of Communication Coverage*

(Sumber: www.tnuda.org.il, 2016)



Gambar 2. 12 *Topology Network SGSN dan GGSN*

Dari **Gambar 2. 12** *Topology Network SGSN dan GGSN* Indosat Ooredoo dapat dilihat bahwa SGSN terbagi dalam beberapa pool, yaitu Pool Sumatra, Pool Java, Pool Kalimantan, dan Pool SUMAPA (Sulawesi, Maluku, Papua). Untuk pool yang terakhir disebutkan tersebut mempunyai 1 SGSN dikarenakan masih tidak terlalu banyaknya pengguna layanan seluler, berbeda terhadap Pool Java yang banyak menggunakan layanan seluler. Adapun untuk GGSN Indosat Ooredoo hanya mempunyai 2 buah untuk sebagai *Gate* seluruh SGSN. Dari kedua GGSN tersebut dibagi tugas yaitu, GGSN Jakarta biasanya sebagai *Gate* Pool Sumatra dan Pool Java, sedangkan GGSN Surabaya biasanya sebagai *Gate* Pool Kalimantan dan SUMAPA (Sulawesi, Maluku, Papua).

2.2.6 KPI (*Key Performance Indicator*)

KPI (*Key Performance Indicator*) adalah suatu parameter kuantitatif yang biasanya digunakan oleh perusahaan dalam mengetahui pengukuran kinerja apakah memenuhi tujuan yang telah ditetapkan secara strategis dan operasional perusahaan. Namun KPI tiap perusahaan berbeda, tergantung prioritas kinerja perusahaan tersebut. Adapun KPI yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah KPI pada PSR dan PDR.

- **Paging Success Rate (PSR)**

$$PSR = \left(\frac{\text{Success Paging}}{\text{Attach Paging}} \right) * 100\% \dots\dots\dots (2. 1)$$

Source: Ericsson. (2016). *List of Performance Indicators*.

- **RRC Paging Discard Ratio (PDR)**

$$PDR = \left(10 * \frac{\text{Discard RRC Paging}}{\text{RRC Paging Request}} \right) \dots\dots\dots (2. 2)$$

Source: PT Indosat Ooredoo

2.3 Hipotesis Penelitian

Menurut pola umum metode karya ilmiah, setiap penelitian dalam suatu karya ilmiah terhadap suatu objek yang akan diteliti lebih baik mempunyai adanya sebuah hipotesis, itu berfungsi sebagai hasil awal atau hasil sementara yang nantinya akan dibuktikan untuk kebenarannya pada hasil kenyataan, percobaan atau praktik.

Teknologi dari waktu ke waktu mengalami perkembangan kecanggihan yang akan membuat penggunaannya ataupun penyedia lebih teruntungkan akan adanya perkembangan teknologi tersebut, begitupun perkembangan teknologi yang terjadi pada teknologi telekomunikasi. Oleh karena itu, hipotesis dalam karya ilmiah ini menggunakan pengujian efisiensi dan efektivitas untuk membuat nilai tingkat keberhasilan PSR lebih tinggi terhadap pengguna daripada sebelum dilakukannya pengimplementasian *adaptive paging*, serta penurunan *resource* RRC yang digunakan agar lebih efisien.

Berdasarkan dari beberapa teori di atas, hipotesis dari karya ilmiah ini adalah dengan dilakukannya pengimplementasian *adaptive paging*, maka seharusnya berdasarkan pernyataan penanggung jawab departemen *optim core* divisi *plan optim* grup NSAS Indosat Ooredoo adalah:

1. Persentase kesuksesan *Paging Success Rate (PSR)* 4G dapat mengalami peningkatan setelah melakukan implementasi *adaptive paging*
2. Persentase penggunaan *RRC Paging Discard Ratio (PDR)* 4G mengalami penurunan setelah melakukan implementasi *adaptive paging*
3. Peningkatan Traffic meninggi pada PSR dan menurun pada *Resource Radio Control*.