

Implementasi CSFallback International Roaming Pada Jaringan LTE

Irmayani

Program Studi Teknik Elektro, FTI ISTN Jakarta

International Roaming Telkomsel Indonesia

E-mail : ir.irmayani@istn.ac.id

Abstrak—Roaming internasional adalah fitur jaringan seluler, yang memungkinkan pelanggan satu operator negara asal menggunakan jaringan operator negara lain yang dikunjungi. Location Update dan layanan call roaming adalah salah satu hal yang paling penting pada layanan roaming internasional. Ketika operator seluler memigrasi jaringannya dari sistem Generasi ke 2 (2G) ke Long Term Evolution (LTE), 2G dan LTE akan bekerja berdampingan untuk jangka waktu tertentu. Karena hasil dan mekanisme suara pada 2G Circuit-Switched (CS) lebih bersih dan tersedia dari pada LTE Voice over Internet Protocol (VoIP), operator dapat mempertimbangkan CSfallback sebagai solusi untuk menyediakan panggilan suara yang handal. Berdasarkan prosedur fallback Generasi Ketiga (3GPP), ketika pengguna ponsel di jaringan LTE memiliki panggilan masuk atau keluar, User Equipment (UE) turun dari jaringan LTE ke jaringan 2G. Saat panggilan selesai dan dilepaskan, UE segera kembali ke jaringan LTE.

Hasil pengukuran LUSR (Location Update Success Ratio) sebesar 48% dan CCR (Call Completion Rate) sebesar 66% berada di bawah nilai standar KPI operator Indonesia yaitu 80%. Nilai LUSR dan CCR yang didapat berpredikat Poor atau Buruk. Namun hal ini masih diizinkan dikarenakan pengukuran dilakukan hanya dengan mengambil data satu hari dari nomor operator negara asal diimplementasi di jaringan LTE operator Indonesia. Serta walaupun LUSR dan CCR di bawah standar, operator ini bukanlah operator prioritas di negara asalnya yang bekerja sama dengan operator Indonesia.

Kata Kunci : *Roaming Internasional, 2G, 4G LTE, Location Update, Call, CSFallback*

Abstract—*International roaming is a feature of cellular networks, allowing a customer of one home country operator to use the network of another visited country operator. Location update and call roaming service are most important thing on international roaming service. When a mobile operator migrates its network from the 2nd Generation (2G) system to Long Term Evolution (LTE), both 2G and LTE will co-exist for a period of time. Since the 2G Circuit-Switched (CS) voice mechanism is more mature and available than that for LTE Voice over Internet Protocol (VoIP), the operator may consider CS fallback as a solution to provide reliable voice calls. According to the 3rd Generation Partnership Project (3GPP) CS fallback procedure, when a mobile user in the LTE network has an incoming or an outgoing call, the User Equipment (UE) falls back from LTE to 2G network. When the call is complete and released, the UE immediately returns to LTE.*

LUSR (Location Update Success Ratio) measurement results of 48% and CCR (Call Completion Rate) of 66% are below the standard KPI value for Indonesian operators, namely 80%. The LUSR and CCR values obtained are categorized as Poor or Bad. However, this is still permitted because the measurement is carried out only by taking one day's data from the operator number of the country of origin implemented on the Indonesian operator's LTE network. And even though LUSR and CCR are below standard, these operators are not priority operators in their home countries working with Indonesian operators.

Keywords : *International Roaming, 2G, 4G LTE, Location Update, Call, CSFallback*

1. PENDAHULUAN

Long Term Evolution (LTE) adalah sebuah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi yang berbasis pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA. Teknologi pada saat sekarang ini sangat cepat sekali dalam mengalami perkembangan. Hal ini akan sangat menuntut kepada operator ataupun konsumen untuk dapat mengikuti dan menggunakan atau memanfaatkannya dengan bijak kemajuan teknologi telekomunikasi tersebut. Operator telekomunikasi di Indonesia sudah menyediakan layanan 4G di kota-kota besar Indonesia. Pengguna layanan akses data bukan hanya penduduk asli dari Indonesia, namun juga warga asing yang datang ke Indonesia sekedar hanya untuk berwisata ataupun pelaku bisnis. Beberapa

warga asing dari luar negeri tersebut mempunyai *handset* yang terkoneksi dengan nomor dari operator negara asalnya.

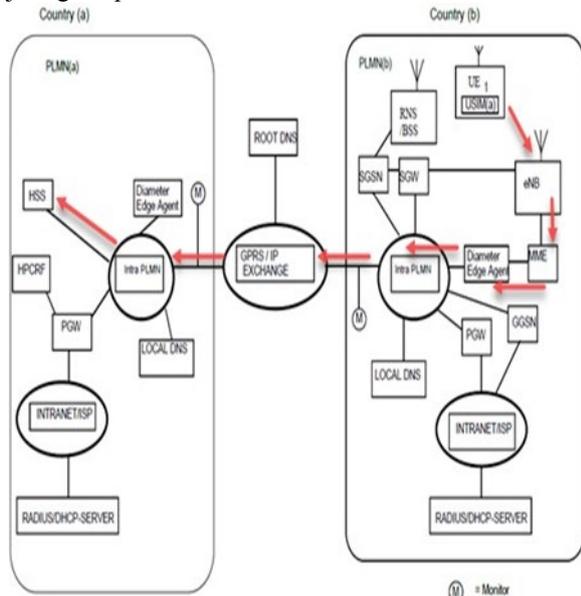
Untuk mengakomodir penggunaan komunikasi berbasis data yang semakin pesat. Dewasa ini para provider di Indonesia sudah mulai menerapkan sistem komunikasi berbasis 4G. Sistem 4G tidak menggunakan komunikasi berbasis Circuit Switch tetapi menggunakan komunikasi berbasis Packet Switch secara keseluruhan. Namun hal ini memiliki kekurangan, seperti 4G LTE yang sudah berbasis Packet Switch keseluruhan, pengguna yang masih menggunakan komunikasi Circuit Switch akan mengalami kendala karena sistem ini tidak lagi mendukung komunikasi *Circuit Switch*. Maka dari itu provider telekomunikasi Indonesia menerapkan fitur

Circuit Switch Fallback (CSFallback) sebagai salah satu solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Dalam penelitian ini yang akan diimplementasikan adalah nomor baru kartu SIM operator Brazil sebagai negara asalnya yang digunakan pada jaringan LTE Indonesia.

2. METODA

Implementasi CSFallback di jaringan LTE dari nomor operator luar yang baru sampai dapat melakukan layanan roaming dan CSFallback di jaringan LTE operator Indonesia. Hal ini termasuk cara kerja Location Update (LU) dan Incoming Outgoing Call hingga dapat melakukan Circuit Switch Fallback (CSFallback). Serta dijelaskan juga konfigurasi implementasi nomor roaming partner, alur kerja dan catatan transaksi signaling. Setelah itu, pada tahap berikutnya dilakukan tracing untuk mendapatkan transaksi LU dan CSFallback pelanggan yang sedang roaming di jaringan operator Indonesia.



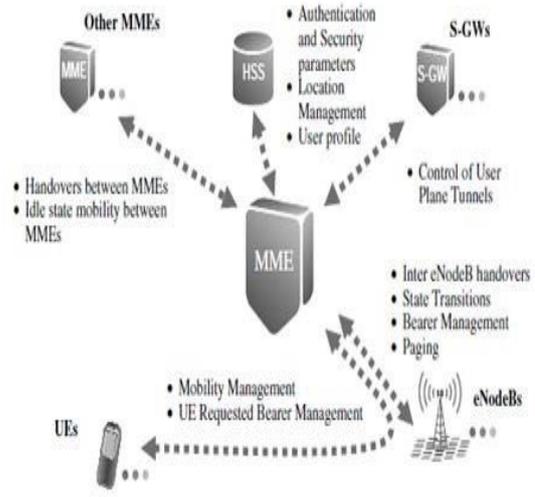
Gambar 1. Arsitektur jaringan LTE antara operator negara asal dan negara tujuan

Proses Roaming Internasional meliputi beberapa tahapan hingga dapat melakukan layanan seluler pada umumnya. Namun secara dasar yang terpenting adalah proses LU dan Incoming Outgoing Call. Secara umumnya proses LU adalah bagaimana nomor operator asal dapat mendapatkan sinyal operator Indonesia dan proses Incoming Outgoing Call adalah proses panggilan suara masuk dari nomor penelpon seluler atau telepon kabel maupun panggilan keluar. Seperti pada Gambar 1. arsitektur jaringan LTE antara operator negara asal dan negara tujuan yang melibatkan PLMN (a) jaringan operator negara asal (a) dimana nomor operator asal sedang roaming di negara (b) dan attach di jaringan operator negara yang disinggahi (b). Alur struktur LTE tidaklah berbeda jauh dengan struktur GSM. Yang berbeda adalah

eNodeB, MME dan DEA. Setelah UE attach di eNodeB lalu terhubung dengan MME dan DEA yang diteruskan ke Intra PLMN. Kemudian diteruskan ke gateway internasional dan dilanjutkan ke jaringan HSS operator negara asal.

2.1 Mobility Management Entity (MME)

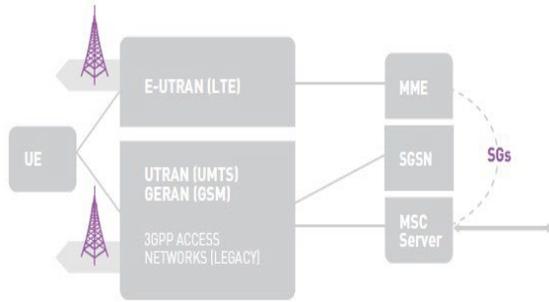
Mobility Management Entity (MME) merupakan elemen kontrol utama yang terdapat pada EPC (Evolved Packet Core). Biasanya pelayanan MME pada lokasi keamanan operator. Pengoperasiannya hanya pada *control plane* dan tidak meliputi data *user plane*. MME juga mempunyai koneksi *control plane* secara langsung pada User Equipment (UE) dan koneksi ini digunakan *primary control channel* antara UE dan jaringan. Gambar 2 menunjukkan fungsi-fungsi pada MME. Koneksi MME yang mengelilingi *node logic* dan merangkum fungsi utama *interface* tersebut. Pada prinsipnya MME dikoneksikan dengan MME yang lain dalam suatu operator jaringan saja.



Gambar 2. Beberapa fungsi pada MME

2.2 Circuit Switched Fallback (CSFallback)

Jaringan 2G / 3G dan jaringan LTE berdampingan dalam jaringan campuran, yang berada di antara pelanggan mobile Peralatan Pengguna (UE) dan jaringan inti umum, di mana Mobility Entity Management (MME) adalah melayani pengguna sementara akses LTE, sementara untuk 2G / 3G sebuah Serving GPRS Support Node (SGSN) adalah melayani pengguna ketika menggunakan layanan data dan Mobile Switching Center Server (MSC Server) ketika menggunakan layanan suara. MSC Server terhubung ke *carrier* jaringan telepon. Untuk mendukung CSfallback sinyal dan mentransfer SMS untuk perangkat LTE, MME menghubungkan ke MSC Server.



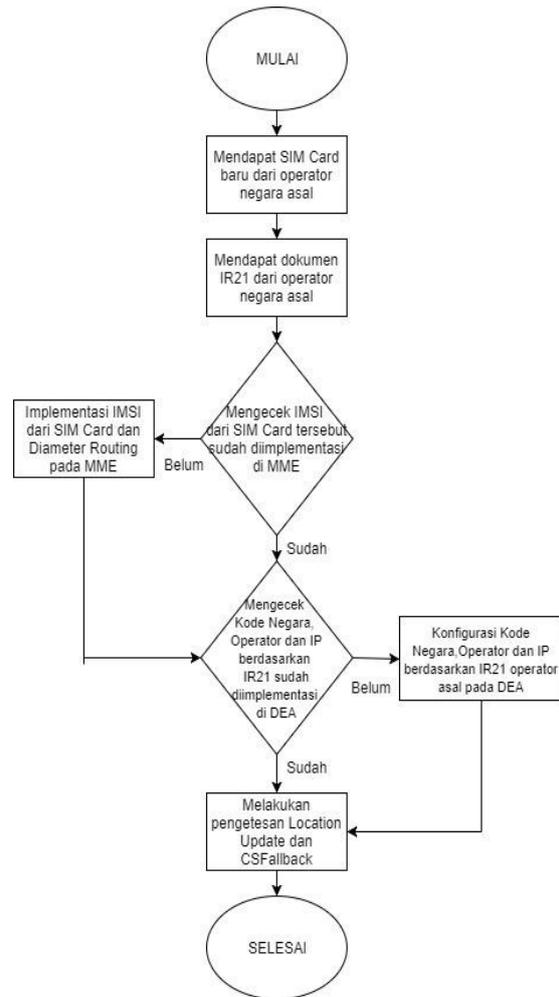
Gambar 3. EPS dan 3GPP packet core network

Gambar 3 menunjukkan arsitektur sederhana dari LTE paralel dan jaringan 2G/3G. Antarmuka (SG) antara MSC Server dan LTE MME memungkinkan perangkat pengguna untuk menjadi CS dan PS terdaftar sementara di jaringan akses LTE. *Interface* ini juga memungkinkan pengiriman alur CS melalui akses LTE, serta SMS, tanpa harus melewati perangkat LTE.

2.3 Tahapan Implementasi IMSI pada LTE

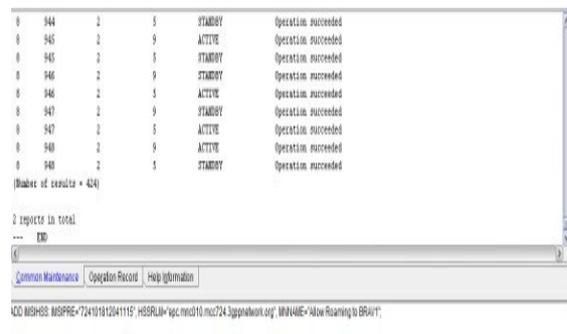
Nomor *roamer inbound* yang ingin melakukan location update dan CSFB pada jaringan LTE terlebih dahulu diimplementasi pada sistem LTE operator Indonesia. Pada makalah ini akan menjelaskan implementasi IMSI dari nomor baru kartu SIM operator Brazil. Sebelumnya operator Brazil hanya bekerja sama dengan operator Indonesia pada jaringan 2G. Operator Indonesia diberikan kartu SIM fisik dengan detail kartu serta dokumen IR21 dari operator Brazil. IR21 merupakan dokumen yang mengandung semua informasi tentang jaringan roaming Partner. Implementasi dan konfigurasi Roaming Partner di network operator Indonesia harus sesuai dengan IR21 Roaming Partner. Setelah diketahui detail IMSI dan IR21 operator Brazil maka yang dilakukan adalah implementasi di bagian MME, DEA dan DNS.

Pada Gambar 4 dapat dilihat diagram alir dari proses implementasi dan konfigurasi IMSI operator negara asal untuk pengetesan location update dan CSFallback di jaringan LTE Indonesia. Yang pertama dilakukan adalah mendapat SIM Card LTE yang baru serta dikirimkan langsung oleh operator negara asal. Selanjutnya operator negara asal juga mengirimkan dokumen IR21 mengenai segala informasi mengenai jaringan roaming operator negara asal tersebut. Setelah didapatkan detail SIM Card seperti IMSI dan IR21 operator tersebut, maka dimulai implementasi IMSI di MME dengan terlebih dahulu dicek apakah sudah pernah diimplementasi.

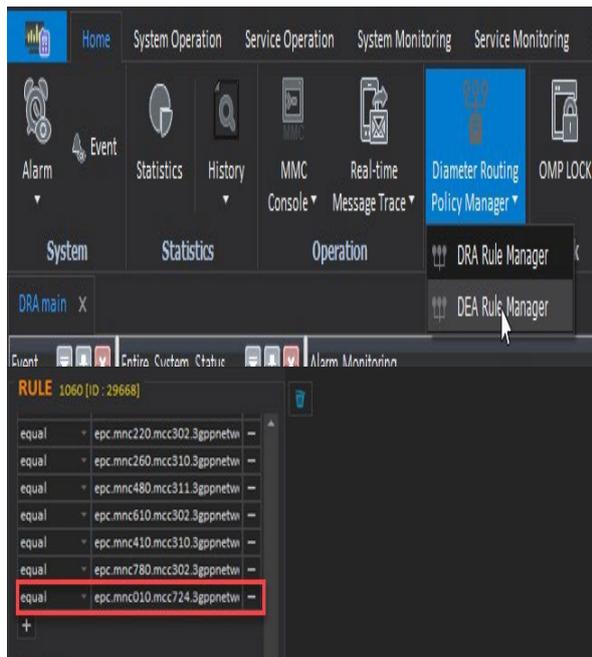


Gambar 4. Implementasi IMSI operator negara asal pada jaringan LTE operator Indonesia

Implementasi IMSI serta Diameter Routing operator negara asal pada MME operator Indonesia. Setelah itu, dilanjutkan dengan konfigurasi kode negara, operator serta IP pada DEA dengan terlebih dahulu mengeceknya apakah sudah terkonfigurasi atau belum. Proses selanjutnya adalah melakukan pengetesan nomor operator tersebut apakah dapat melakukan location update dan CSFallback di jaringan LTE operator Indonesia.



Gambar 5. Implementasi IMSI operator negara asal pada MME operator Indonesia



Gambar 6. Konfigurasi kode negara dan operator negara asal pada DEA operator Indonesia

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian terdapat data-data yang dapat diambil dan dianalisa agar diketahui Location UpdateRate dan Call Completion Ratio.

Pengujian ini dilaksanakan berdasarkan data berikut:

1. Teknologi : 4G/LTE
2. Operator : Telkomsel
3. Software : LMT

Pengujian yang dilakukan adalah dalam proses pengambilan data dan analisa, hal yang pertama kali dilakukan adalah memasukkan SIM Card operator yang telah diimplementasi dan dikonfigurasi sebelumnya ke dalam *handset/user equipment* yang sudah support jaringan LTE. Setelah dihidupkan *handsetnya*, dicoba untuk memilih jaringan LTE operator Indonesia yang ingin bekerja sama dengan operator negara asal. Apabila berhasil melakukan location update atau mendapat sinyal LTE operator Indonesia, maka dilanjutkan dengan melakukan panggilan suara di jaringan LTE. Disini dapat diambil contoh melakukan panggilan suara ke nomor operator yang sama namun berlokasi di negara asal maupun nomor operator Indonesia. Saat melakukan panggilan suara, otomatis jaringan nomor operator yang melakukan panggilan tersebut pindah dari jaringan LTE ke jaringan 2G operator Indonesia. Setelah melakukan panggilan maka akan berpindah kembali ke jaringan LTE. Apabila kedua skenario tersebut telah selesai dan berhasil maka diambil hasil sample dari trace tools untuk dilakukan analisa. Monitoring location update dan csfallback seluruh pelanggan operator negara asal yang berada di jaringan LTE operator Indonesia dilakukan setelah operator negara asal tersebut melakukan kerja sama

LTE secara kedua belah pihak. Dan setelah dilakukan monitoring, maka dilakukan pengukuran LUSR serta CCR dari hasil monitoring berdasarkan rumus keduanya.

3.1 Pengetesan Location Update

Setelah dibuka jalur LTE ke operator asal Brazil maka nomor LTE Brazil dapat melakukan Location Update. Pada Gambar 7 terlihat yang ditandakan oleh garis merah bahwa UE (User Equipment) yang berisi nomor operator Brazil meminta proses Attach Request ke MME operator Indonesia. MME meneruskan ke HSS roaming partner dengan mengirimkan Authentication Information Request yang memastikan bahwa signaling jaringan 4G sudah tersambung antara operator Indonesia dengan operator Brazil. Lalu MME kembali mengirim Update Location Request ke HSS operator Brazil dan HSS menjawabnya dengan mengirimkan informasi profil nomor Brazil bahwa nomor tersebut dapat melakukan Location Update di network 4G operator Indonesia.

| No. | Message | TimeSta | Milise | Rack/Slot/Pr | Message Direction | Message | Message Type |
|-----|---------|---------|--------|--------------|-------------------|---------------------------------------------|--------------|
| 1 | 1 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | SIAP -> MN | Internal SIAP SEU INIT UR MSG | |
| 2 | 2 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | UX -> MME | Protocol Attach Request | |
| 3 | 3 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MN -> MN | Internal MN MN INTERNAL | |
| 4 | 4 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MN -> MN | Internal MN MN INTERNAL | |
| 5 | 5 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MN -> SIAP | Internal SPT SIAP RETURN MN CONN INDEX | |
| 6 | 6 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MNCR | Internal MN CR | |
| 7 | 7 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR STATIC | |
| 8 | 8 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR DYNAMIC | |
| 9 | 9 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MN -> MN | Internal MN MN INTERNAL | |
| 10 | 10 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MN -> UDM | Internal MN UDM AUTH INFO REQ | |
| 11 | 11 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MNCR | Internal MN CR | |
| 12 | 12 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR STATIC | |
| 13 | 13 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR DYNAMIC | |
| 14 | 14 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | UDM -> MN | Internal UDM MN RETURN INDEX | |
| 15 | 15 | 2017... | 419 | 2:0:3PP:6 | UDM->SIAM | Internal UDM SIAM AUTH INFO REQ | |
| 16 | 16 | 2017... | 420 | 2:0:3PP:6 | MME (SGSN) -> HSS | Protocol Authentication Information Request | |
| 17 | 17 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | SIAM->UDM | Internal SIAM UDM AUTH INFO RSP | |
| 18 | 18 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | UDM -> MN | Internal UDM MN AUTH INFO RSP | |
| 19 | 19 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | MN -> MN | Internal MN MN INTERNAL | |
| 20 | 20 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | MME -> UE | Protocol Authentication Request | |
| 21 | 21 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | MN -> MN | Internal MN MN INTERNAL | |
| 22 | 22 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | MN -> SIAP | Internal SPT SIAP DOWNLINK NAS TRANSPORT | |
| 23 | 23 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | MNCR | Internal MN CR | |
| 24 | 24 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR STATIC | |
| 25 | 25 | 2017... | 710 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR DYNAMIC | |
| 58 | 58 | 2017... | 891 | 1:0:3GP:5 | eNodeB -> MME | Protocol UP LINK NAS TRANSPORT | |
| 59 | 59 | 2017... | 891 | 1:0:3GP:5 | SIAP -> MN | Internal UP LINK NAS TRANSPORT | |
| 60 | 60 | 2017... | 898 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR STATIC | |
| 61 | 61 | 2017... | 898 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR DYNAMIC | |
| 62 | 62 | 2017... | 898 | 2:0:3PP:6 | UDM -> MN | Internal UDM MN RETURN INDEX | |
| 63 | 63 | 2017... | 898 | 2:0:3PP:6 | UDM -> SDR | Internal UDM SPT QUERY SPNO REQ | |
| 64 | 64 | 2017... | 901 | 2:0:3PP:6 | SDR -> UDM | Internal SPT UDM QUERY SPNO RSP | |
| 65 | 65 | 2017... | 901 | 2:0:3PP:6 | UDM->SIAM | Internal UDM SIAM MOB LOC REQ | |
| 66 | 66 | 2017... | 901 | 2:0:3PP:6 | MME (SGSN) -> HSS | Protocol Update Location Request | |
| 67 | 67 | 2017... | 149 | 2:0:3PP:6 | SIAM->UDM | Internal SIAM UDM UPD LOC RSP | |
| 68 | 68 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | UDM -> MN | Internal UDM MN UPD LOC RSP | |
| 69 | 69 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | MN -> MN | Internal MN MN INTERNAL | |
| 70 | 70 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | MN -> SM | Internal MN SM CTRL CREATE DEFAULT BEARE... | |
| 71 | 71 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | MNCR | Internal MN CR | |
| 72 | 72 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR STATIC | |
| 73 | 73 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | MNSDR | Internal MN SDR DYNAMIC | |
| 74 | 74 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | SM-PROC-TRC | Internal SM PROC TRC | |
| 75 | 75 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | UDMR -> UPSEL | Internal UDM UDR UPSEL UPMSSEL REQ | |
| 76 | 76 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | SM -> MMS | Internal SM MMS REQ | |
| 77 | 77 | 2017... | 150 | 2:0:3PP:6 | SM-MPDF-CR-SDR | Internal SM MPDF CR SDR | |

Gambar 7. Proses Attach dan Location Update request di MME

| No | Message | TimeSta | Millise | RackSlotPr | Message Direction | Message | Message Type |
|----|---------|---------|---------|------------|-------------------|----------|------------------------------|
| 85 | 85 | 2017... | 160 | 2:0:5PP:6 | SM-PROC-TRC | Internal | SM PROC TRC |
| 86 | 86 | 2017... | 160 | 2:0:5PP:6 | SM-PROC-TRC | Internal | SM PROC TRC |
| 87 | 87 | 2017... | 160 | 2:0:5PP:6 | MME(SGSN) -> SGW | Protocol | Create Session Request |
| 88 | 88 | 2017... | 160 | 2:0:5PP:6 | SM-MDP-CB-SDB | Internal | SM MDP CB SDB |
| 89 | 89 | 2017... | 160 | 2:0:5PP:6 | SM-USER-CB-SDB | Internal | SM USER CB SDB |
| 90 | 90 | 2017... | 160 | 2:0:5PP:6 | SM-USER-CB-SDB | Internal | SM USER CB SDB |
| 91 | 91 | 2017... | 434 | 2:0:5PP:6 | SGW -> MME(SGSN) | Protocol | Create Session Response |
| 92 | 92 | 2017... | 434 | 2:0:5PP:6 | SM-MDP-CB-SDB | Internal | SM MDP CB SDB |
| 93 | 93 | 2017... | 434 | 2:0:5PP:6 | SM-PDP-CB-SDB | Internal | SM PDP CB SDB |
| 94 | 94 | 2017... | 434 | 2:0:5PP:6 | SM-USER-CB-SDB | Internal | SM USER CB SDB |
| 95 | 95 | 2017... | 434 | 2:0:5PP:6 | SM -> GTPC | Internal | SPI GTPC RECOVERY NOTIFY REQ |
| 96 | 96 | 2017... | 434 | 2:0:5PP:6 | SM-MDP-CB-SDB | Internal | SM MDP CB SDB |
| 97 | 97 | 2017... | 434 | 2:0:5PP:6 | SM-PDP-CB-SDB | Internal | SM PDP CB SDB |
| 98 | 98 | 2017... | 434 | 2:0:5PP:6 | SM-USER-CB-SDB | Internal | SM USER CB SDB |

Gambar 8. Proses Create Session Request pada MME

Setelah dapat melakukan location update, terlihat pada Gambar 8 proses create session request pada MME yang ditandakan oleh garis merah. Proses create session tersebut adalah proses dimana nomor Brazil tersebut melakukan sesi akses data roaming di jaringan operator Indonesia. Hal itu terjadi dikarenakan proses location update di jaringan LTE bersamaan dengan transaksi data roaming dengan mengirimkan beberapa byte ke jaringan operator Brazil untuk memastikan jaringan LTE yang berbasis akses data dapat berjalan lancar. MME mengirimkan Session Request ke SGW untuk akses data roaming di jaringan LTE operator Indonesia. Kemudian SGW membalas dengan Session Response bahwa nomor ini dapat melakukan akses data roaming di jaringan LTE operator Indonesia. Setelah semua sesi lengkap dan mengirimkan protokol ke UE bahwa attach di network LTE operator Indonesia diterima dan sukses. Apabila UE yang berisikan nomor operator Brazil terputus dari jaringan LTE dikarenakan UE mati atau yang lainnya seperti Gambar 9 maka UE mengirimkan Detach Request ke MME, lalu MME memberikan respon berupa protokol Detach Accept ke UE.

| No | Message | TimeSta | Millise | RackSlotPr | Message Direction | Message | Message Type |
|-----|---------|---------|---------|------------|-------------------|----------|---------------------------------|
| 452 | 452 | 2017... | 452 | 2:0:5PP:6 | SM-PROC-TRC | Internal | SM PROC TRC |
| 453 | 453 | 2017... | 452 | 2:0:5PP:6 | SIAP -> MN | Internal | SIAP SPI UPLINK NAS TRANSPORT |
| 454 | 454 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN -> MME | Protocol | Detach Request |
| 455 | 455 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN -> SIAP | Internal | SPI SIAP CHANGE MN DOWN INDICA |
| 456 | 456 | 2017... | 455 | 1:0:5GP:5 | SCTP -> SIAPADP | Internal | UPLINK NAS TRANSPORT |
| 457 | 457 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN CB | Internal | MN CB |
| 458 | 458 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB STATIC |
| 459 | 459 | 2017... | 455 | 1:0:5GP:5 | SIAPADP -> SIAP | Internal | UPLINK NAS TRANSPORT |
| 460 | 460 | 2017... | 455 | 1:0:5GP:5 | eNodeB -> MME | Protocol | UPLINK NAS TRANSPORT |
| 461 | 461 | 2017... | 455 | 1:0:5GP:5 | SIAP -> MN | Internal | UPLINK NAS TRANSPORT |
| 462 | 462 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB DYNAMIC |
| 463 | 463 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 464 | 464 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 465 | 465 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 466 | 466 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 467 | 467 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 468 | 468 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 469 | 469 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MN CB | Internal | MN CB |
| 470 | 470 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB STATIC |
| 471 | 471 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB DYNAMIC |
| 472 | 472 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | MME(SGSN) -> SGW | Protocol | Delete Session Request |
| 473 | 473 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | SM-MDP-CB-SDB | Internal | SM MDP CB SDB |
| 474 | 474 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | SM-PDP-CB-SDB | Internal | SM PDP CB SDB |
| 475 | 475 | 2017... | 462 | 2:0:5PP:6 | SM-USER-CB-SDB | Internal | SM USER CB SDB |
| 476 | 476 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SGW -> MME(SGSN) | Protocol | Delete Session Response |
| 477 | 477 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-MDP-CB-SDB | Internal | SM MDP CB SDB |
| 478 | 478 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-PDP-CB-SDB | Internal | SM PDP CB SDB |
| 479 | 479 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-USER-CB-SDB | Internal | SM USER CB SDB |
| 480 | 480 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM -> GTPC | Internal | SPI GTPC RECOVERY NOTIFY REQ |
| 481 | 481 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-MDP-CB-SDB | Internal | SM MDP CB SDB |
| 482 | 482 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-PDP-CB-SDB | Internal | SM PDP CB SDB |
| 483 | 483 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-USER-CB-SDB | Internal | SM USER CB SDB |
| 484 | 484 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 485 | 485 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-USER-CB-SDB | Internal | SM USER CB SDB |
| 486 | 486 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-MDP-CB-SDB | Internal | SM MDP CB SDB |
| 489 | 489 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-PROC-TRC | Internal | SM PROC TRC |
| 490 | 490 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-PROC-TRC | Internal | SM PROC TRC |
| 491 | 491 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | SM-PROC-TRC | Internal | SM PROC TRC |
| 492 | 492 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 493 | 493 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 494 | 494 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | MN->SGSAP | Internal | MN SGSAP IMBI DETACH INDICATION |
| 495 | 495 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | MN CB | Internal | MN CB |
| 496 | 496 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB STATIC |
| 497 | 497 | 2017... | 501 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB DYNAMIC |
| 498 | 498 | 2017... | 494 | 0:1:5GP:6 | MME -> MNC | Protocol | SGsAP-IMBI-DETACH-INDICATION |
| 499 | 499 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | SGSAP->MN | Internal | SGSAP MN IMBI DETACH ACK |
| 500 | 500 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 501 | 501 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MME -> UE | Protocol | Detach Accept |
| 502 | 502 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 503 | 503 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MN -> SIAP | Internal | SPI SIAP DOWNLINK NAS TRANSPORT |
| 504 | 504 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MN CB | Internal | MN CB |
| 505 | 505 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB STATIC |
| 506 | 506 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB DYNAMIC |
| 507 | 507 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MN -> MN | Internal | MN MN INTERNAL |
| 508 | 508 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MN -> SIAP | Internal | SPI SIAP UE CONTEXT RELEASE CMD |
| 509 | 509 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MN CB | Internal | MN CB |
| 510 | 510 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB STATIC |
| 511 | 511 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MNSDB | Internal | MN SDB DYNAMIC |
| 512 | 512 | 2017... | 509 | 2:0:5PP:6 | MN-EMS | Maint... | EMS SIGNALING NORMAL |

Gambar 9. Proses Detach nomor operator Brazil dari jaringan LTE operator Indonesia

3.2 Pengetesan CSFallback

Selanjutnya adalah proses call nomor operator Brazil +5511996295651 yang menelepon nomor operator Indonesia +62811126052. Seperti pada Gambar 10 pertama kali nomor Brazil masih berada di network LTE operator Indonesia.



Gambar 10. Proses dan hasil trace nomor Brazil

Gambar 10 menunjukkan Proses dan hasil trace nomor Brazil berhasil melakukan CSFallback di jaringan LTE Indonesia

Namun saat ingin melakukan call, jaringan nomor tersebut turun 2G (EDGE). Itulah proses CSFallback nomor roaming operator Brazil di network LTE operator Indonesia. Setelah panggilan berakhir, nomor operator Brazil kembali ke jaringan LTE operator Indonesia.

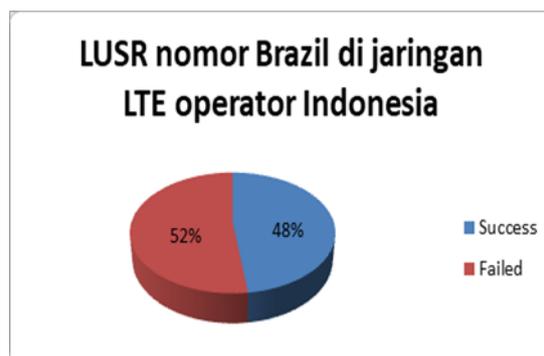
3.3 Pengukuran LUSR dan CCR

Untuk mengetahui performansi dari impelementasi dan pengetesan CSFallback ini maka diambil data tingkat keberhasilan LU serta transaksi Call selama satu hari. Dapat dilihat dari Gambar 11 bahwa presentase Location Update nomor Brazil di operator Indonesia adalah sebesar 48% yang ditandakan oleh garis berwarna merah.

| Network | Attempts | Success | Failed | Fallbacks | Unknown Sub | Roaming Not Allowed | Efficiency | Efficiency (%) |
|------------------|----------|---------|--------|-----------|-------------|---------------------|------------|----------------|
| Brazil Vivo (BR) | 25 | 12 | 13 | | | | 12 | 48 |
| Brunei Mobile | 47 | 11 | 0 | | 38 | | 47 | 100 |
| Brunei DST (Da) | 41 | 10 | 20 | | 11 | | 21 | 51.22 |
| Bulgaria Mobilt | 88 | 8 | 76 | | 5 | | 13 | 14.773 |
| Bulgaria Vietel | 72 | 8 | 64 | | | | 8 | 11.111 |
| Cambodia Cam | 8 | 0 | 0 | | 2 | | 8 | 100 |
| Cambodia Cca | 38 | 0 | 0 | | 31 | | 38 | 100 |
| Canada Bell Mo | 15 | 5 | 0 | | 10 | | 15 | 100 |
| Canada Fido Co | 5 | 0 | 0 | | 0 | | 5 | 100 |
| Canada Telus | 120 | 4 | 121 | | | | 4 | 3.2 |
| China Republik | 25 | 4 | 21 | | | | 4 | 16 |
| China Republik | 21 | 4 | 16 | | 1 | | 5 | 23.81 |

Gambar 11. Hasil monitoring LUSR operator Brazil di jaringan operator Indonesia

Nilai presentase tersebut didapat dari rumus LUSR dimana perbandingan antara jumlah nomor operator Brazil yang sukses melakukan Location Update di jaringan operator Indonesia dengan jumlah nomor Brazil yang mencoba attempt Location Update di jaringan operator Indonesia.



Gambar 12. Grafik LUSR nomor Brazil di jaringan LTE operator Indonesia

Tidak semua nomor operator Brazil sukses melakukan Location Update di jaringan operator Indonesia. Dapat dilihat pada Gambar 12 bahwa grafik LUSR operator Brazil yang berhasil 48% yang berwarna biru sedangkan yang gagal sebanyak 52% yang berwarna merah. Kegagalan nomor Brazil tersebut dikarenakan karena pelanggan operator Brazil yang belum support LTE pada SIM Card-nya serta profil nomor pelanggan operator Brazil yang terdapat tag barring sehingga tidak dapat melakukan location update di jaringan operator Indonesia.

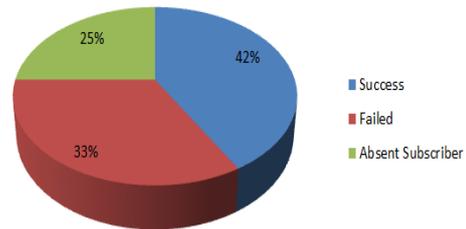
| Network | Attempts | Success | Failed | Fallbacks | Absent Sub. | Efficiency | Efficiency (%) |
|---------------------|----------|---------|--------|-----------|-------------|------------|----------------|
| Brazil Vivo (BR... | 12 | 5 | 4 | | 3 | 8 | 66.667 |
| Brunei Mobile... | 23 | 3 | 14 | | 8 | 9 | 39.13 |
| Brunei DST (Da... | 1 | | 1 | | | | |
| Bulgaria MobiT... | 1 | 1 | 0 | | | 1 | 100 |
| Bulgaria Vivatel... | 2 | | 2 | | | | |
| Cambodia Cam... | 3 | 1 | 2 | | | 1 | 33.333 |
| Cambodia Cesa... | 5 | 3 | 2 | | | 3 | 60 |
| Canada Bell Mo... | 4 | 4 | 0 | | | 4 | 100 |
| Canada Fido Co... | 3 | | 3 | | | | |
| Canada Telus (...) | 4 | 1 | 2 | | 1 | 2 | 50 |
| China Republik ... | 1 | | 1 | | | | |

Gambar 13. Hasil monitoring CCR operator Brazil di jaringan operator Indonesia

Selanjutnya pada presentase CCR adalah sebesar 66.66%, pada Gambar 13 ditunjukkan pada garis berwarna merah terlihat bahwa dari 12 kali call attempt hanya 5 kali yang sukses. Monitoring call ini digabung antara Outgoing dan Incoming Call. Perhitungan Call Completion Rate adalah perbandingan antara hasil suksesnya call dari jumlah attempt call pelanggan operator Brazil di network operator Indonesia. Serta berdasarkan Gambar 14 menunjukkan grafik CCR bahwa selain bagian sukses yang ditunjukkan pada bagan berwarna biru sebanyak 42% dan gagalnya panggilan yang ditunjukkan pada bagan berwarna 33%, terdapat *absent subscriber* yang berarti bahwa nomor tujuan yang ditelpon oleh pelanggan nomor negara asal di jaringan operator Indonesia dalam keadaan tidak aktif yang ditunjukkan pada bagan berwarna hijau sebanyak 25%. Buruknya persentase LUSR dan CCR nomor operator negara asal yaitu Brazil bila dibandingkan dengan standar presentase dari jaringan LTE operator Indonesia dapat dimaklumi dikarenakan dari keseluruhan operator negara Brazil yang bekerja sama roaming internasional dengan operator Indonesia ini bukanlah operator partner utama sehingga tidak dilakukan improvement apa

pun untuk didapatkan hasil pengukuran LUSR dan CCR terbaik.

CCR nomor Brazil di jaringan LTE operator Indonesia



Gambar 14. Grafik CCR nomor Brazil di jaringan LTE operator Indonesia

4. SIMPULAN

Setelah dilakukan implementasi CSFallback dan dilakukan analisa terhadap transaksi location update serta CSFallback nomor operator negara asal di jaringan LTE Indonesia maka dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengukuran LUSR (Location Update Success Ratio) sebesar 48% dan CCR (Call Completion Rate) sebesar 66% berada di bawah nilai standar KPI operator Indonesia yaitu 80%. Nilai LUSR dan CCR yang didapat berpredikat Poor atau Buruk. Namun hal ini masih diizinkan dikarenakan pengukuran dilakukan hanya dengan mengambil data satu hari dari nomor operator negara asal diimplementasi di jaringan LTE operator Indonesia. Serta walaupun LUSR dan CCR di bawah standar, operator ini bukanlah operator prioritas di negara asalnya yang bekerja sama dengan operator Indonesia. Kegagalan Location Update beserta CSFallback nomor operator negara asal dikarenakan oleh belum tersambung gerbang gateway LTE antara operator negara asal dengan operator di Indonesia. Hal itu dapat dibuktikan dengan hasil trace yang menunjukkan error "Signalling Abnormal" pada proses location update di jaringan LTE operator Indonesia dan nomor tersebut tidak dapat berpindah ke jaringan 2G saat proses CSFallback berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Anonim. 2014."LTE and EPC Roaming Testing". United Kingdom: GSMA.
- 2 Ghosh,Arunabha. Zhang, Jun. G. Andrews,Jeffrey. 2010. "Fundamentals of LTE". Pearson Education.
- 3 Irmayani dan Danny Stiyaji, 2006. "Analisa Kinerja Keberhasilan Panggilan Internasional Pada Trunk Outgoing Di Gateway Gambir". Jurnal Sinusoida vol.VII No.1 April 2006
- 4 Irmayani dan Danny Arif Septiana, 2007."Studi Implementasi UMTS Untuk Inbound Roamers Pada Jaringan GSM". Jurnal Sinusoida Vol. VIIINo.2 Oktober 2007
- 5 Kadir, Abdul. 2008. "GSM OVERVIEW". Yogyakarta : Andi
- 6 Kreher, Ralf. 2016. "LTE Signaling: Troubleshooting and Performance Measurement". Great Britain: John Wiley & Sons.
- 7 Labordère, A. Henry. 2014. "Virtual Roaming Data Services and Seamless Technology Change: GSM, LTE, WiFi, Satellite, CDMA". Great Britain: River Publisher.
- 8 Nurhamdi, Joehadi. 2011. "SOP Interconnect & International Roaming Technical Support". Jurnal. Telkomsel: Jakarta
- 9 Penttinen, Jyrki T. J. 2011. "The LTE / SAE Deployment Handbook". Great Britain: John Wiley & Sons.
- 10 Prihatmoko, Galuh. Kusuma, Denny. Purwanto, Sigit Dedi. 2012. "Fundamental Teknologi Selluler LTE". Rekayasa Sains: Bandung.
- 11 Remy, Jean Gabriel. 2014. "LTE Standards", Great Britain: John Wiley & Sons.
- 12 Saludin. 2014. "Perencanaan dan Optimalisasi Teknologi HSPA dan LTE Dalam Sistem Komunikasi Wireless 4G". Yogyakarta: Graha Ilmu.
- 13 Siddiqui, Shahid. 2006. "Roaming in Wireless Networks". New Delhi: McGraw-Hill.