

IMPLEMENTASI *CUSTOMIZED APPLICATIONS FOR MOBILE NETWORK ENHANCED LOGIC* DALAM PROSES *MOBILE ORIGINATING CALL* PADA *PREPAID SIM CARD* DI JARINGAN INTERNASIONAL

Irmayani, Aulia Fikri Saputra, Faisal Ramadhan Putra

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta 12640

Email: ir.irmayani@gmail.com

Abstrak

Selain pengguna *SIM card* pascabayar (*postpaid*), banyak diantara pelanggan yang sedang *roaming* di jaringan internasional adalah pengguna *SIM card* Prabayar (*prepaid*). Salah satu layanan yang paling sering digunakan oleh *roamers* adalah *Mobile Originating Call* (MOC). Pada nomor *prepaid* terdapat perbedaan dalam proses panggilan terutama *outgoing call* karena menggunakan *logic* tertentu pada saat pembangunan panggilan. Implementasi *Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic* (CAMEL) bertujuan untuk mengakomodasi setiap nomor *prepaid* agar dapat melakukan aktivitas MOC ketika *roaming* di jaringan internasional. Sebelum dilakukan implementasi CAMEL, pelanggan *prepaid* masih bisa melakukan MOC akan tetapi harus menggunakan layanan *USSD Callback*. Layanan *USSD Callback* ini kurang efektif bagi pelanggan. Setelah dilakukan implementasi CAMEL, akan dilihat tingkat performansi dengan mengambil log transaksi *location update* dan MOC oleh pelanggan *prepaid* yang *roaming* di jaringan internasional. Hasil yang didapat setelah implementasi CAMEL adalah persentase LUSR mencapai 73%, masih termasuk ke dalam kategori Good pada kualitas standard KPI operator. Sedangkan persentase CCR untuk transaksi MOC adalah 55%, termasuk kategori Fair pada kualitas standard KPI operator karena masih di atas 50%. Jadi hasil yang didapat adalah sudah memenuhi standard dari keseluruhan operator lokal yang memiliki kerjasama *international roaming* dengan operator *Roaming Partner*.

Kata kunci: Roaming Internasional, GSM, CAMEL, *Prepaid*, *Location Update*, MOC

Abstract

In addition to postpaid SIM card users, many of the subscribers who are roaming in the international network are prepaid SIM card users also. One of the services most often used by roamers is Mobile Originating Call (MOC). In prepaid numbers there are differences in the call setups, especially for outgoing calls because it uses certain logic during the calls establishment. CAMEL implementation aims to accommodate each prepaid number in order to be able using MOC while roaming in the international network. Before CAMEL was implemented, prepaid subscribers still possible to make MOC but they must be using USSD Callback, which one this service have less effectiveness for subscribers. After implementation of CAMEL, the performance level will be seen by taking location update and MOC transaction logs of prepaid subscribers who are roaming under international networks. The results obtained after implementing CAMEL were that the LSR percentage reached 73%, still included in the Good category in terms of operator KPI standard quality. Meanwhile, the CCR percentage for MOC transactions is 55%, including the Fair category in terms of operator KPI standard quality because it is still above 50%. So the results obtained are that they meet the standards of all local operators who have international roaming cooperation with Roaming Partner operators.

Keywords: International Roaming, GSM, CAMEL, *Prepaid*, *Location Update*, MOC

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya permintaan atas layanan komunikasi yang dapat mendukung komunikasi seluler antar negara tanpa harus mengganti kartu dengan operator di negara setempat (operator lokal di negara lain). Hal ini menuntut sesama operator untuk saling menjalin kerjasama internasional dengan operator-operator di negara lain termasuk operator yang ada di Indonesia. Hubungan ini biasa disebut sebagai kerjasama *International Roaming*.

Hubungan kerjasama internasional dengan operator di negara lain dapat dilakukan secara *bilateral* dan *unilateral*. *Bilateral* merupakan kerjasama dua arah, baik pelanggan Indonesia (HPLMN, *Home Public Land Mobile Network*) di *network Roaming Partner* (operator luar negeri yang bekerja sama) maupun pelanggan *Roaming Partner*

di *network* Indonesia. Sedangkan *unilateral* adalah kerjasama satu arah, dimana hanya pelanggan Indonesia saja yang dapat *roaming* di *network Roaming Partner* atau sebaliknya. Pelanggan Indonesia yang sedang *roaming* di *network Roaming Partner* disebut sebagai *outbound roamer* dan pelanggan *Roaming Partner* di *network* Indonesia disebut *inbound roamer*.

Pengguna layanan telekomunikasi seluler di suatu negara tidak terbatas hanya pada pelanggan operator lokal saja akan tetapi juga datang dari para pengunjung mancanegara, baik itu pelaku bisnis, kunjungan kenegaraan atau pun sekadar turis wisata biasa. Diantara pelanggan *international roaming* tersebut banyak yang menggunakan *SIM card prepaid* (prabayar).

Dalam kerjasama *international roaming* antar operator, untuk tiap-tiap layanan seperti *voice*, SMS, ataupun data tidak dilakukan sekaligus tergantung kerjasama yang disepakati oleh kedua operator. Artinya, ketika *agreement* dilakukan tidak otomatis semua layanan tersebut akan dapat langsung digunakan, perlu dilakukan implementasi dan pengujian secara bertahap. Implementasi dan pengujian biasanya dimulai dari proses yang paling dasar yaitu *location update*, *voice* dan SMS untuk nomor *postpaid*. Demikian juga dengan nomor *prepaid*, implementasi dan pengujiannya dilakukan tersendiri. Mekanisme yang berbeda antara nomor berbasis *postpaid* dan *prepaid* dalam hal *charging* terutama pada saat pembagian panggilan (*call setups*) pada saat roaming di jaringan internasional menuntut operator untuk mengimplementasikan sistem khusus agar layanan menggunakan nomor prabayar tersebut dapat terakomodasi. Sistem ini disebut *Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic* (CAMEL).

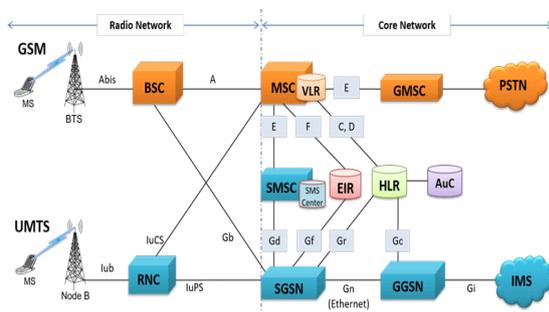
Tanpa implementasi CAMEL, pelanggan pengguna *SIM card* prabayar masih dapat melakukan panggilan keluar (MOC) saat *roaming* di luar negeri menggunakan layanan yang disebut *USSD Callback* (UCB), akan tetapi layanan ini cenderung membuat pelanggan kesulitan dalam melakukan panggilan keluar saat *roaming*. Oleh karena itu perlu dilakukan kerjasama dan implementasi CAMEL.

Dalam penelitian ini yang diamati adalah jaringan operator T-Mobile dan operator Orange Polandia dan Telkomsel.

2. TINJUAN PUSTAKA

2.1 Global System for Mobile Communications

Global System for Mobile Communications (GSM) adalah generasi kedua dari standar sistem seluler. GSM menjadi dasar untuk jaringan nirkabel seperti GPRS, EDGE, UMTS dan LTE. Arsitektur sistem GSM terdiri atas empat subsistem yang berinterkoneksi dan berinteraksi antar satu sama lain serta dengan pengguna melalui antarmuka (*interface*) jaringan.



Gambar 1. Arsitektur Jaringan Seluler GSM/UMTS

Gambar 1 menunjukkan masing-masing sub sistem Seluler GSM/UMTS yaitu *Mobile Station* (MS), *Base Station Subsystem* (BSS), *Network Switching Subsystem* (NSS), *Operation and Support Subsystem* (OSS)

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) menggambarkan evolusi dari GSM untuk mendukung kapabilitas *third generation* (3G). Secara umum, GSM dan UMTS merupakan satu kesatuan dalam jaringan komunikasi seluler. Jika ditinjau dari arsitektur jaringan, UMTS masih menggunakan arsitektur jaringan GSM yang sudah ada, hanya saja pada UMTS, BTS digantikan dengan *Node-B* dan BSC digantikan dengan *Radio Network Controller* (RNC), seperti yang ditunjukkan Gambar 1.

2.1.1 Mobile Station (MS)

Sebuah MS terdiri dari *Mobile Equipment* (ME) dan *Subscriber Identity Module* (SIM). *Mobile Equipment* adalah perangkat keras yang berfungsi sebagai pemancar radio/penerima, modulasi, pengkodean/dekode, dan *Dual-tone multi-frequency signaling* (DTMF). ME secara unik diidentifikasi oleh *International Mobile Equipment Identity* (IMEI).

Identitas Mobile Station

Setiap peralatan seluler memiliki pengenalan unik, yaitu IMEI. IMEI mengidentifikasi ME, bukan *subscriber*. IMEI tertanam dalam perangkat keras dan tidak dapat diubah yang merupakan bawaan dari pabrikan. Tujuan digunakan IMEI adalah untuk melindungi ME dari penipuan (*stealth*). Semua data kepemilikan tersimpan dalam database, yaitu: *Equipment Identity Register* (EIR). IMEI terdiri dari: *Type Approval Code* (TAC), *Final Assembly Code* (FAC), *Serial Number* (SNR).

International Mobile Subscriber Identity (IMSI) adalah pengenalan unik untuk pelanggan di PLMN. IMSI disimpan di dalam SIM dan juga di *Home Location Register* (HLR) sebagai bagian dari data pelanggan. HLR mentransfer informasi IMSI ke *Visitor Location Register* (VLR) pada saat *location update* sebagai penyimpanan sementara. Rekomendasi ITU-T E.212 mendefinisikan struktur IMSI dengan panjang 15 digit yang terdiri dari: *Mobile Country Code* (MCC), *Mobile National Code* (MNC), dan *Mobile Subscription Identification Number* (MSIN). Kombinasi antara MCC dan MNC dari sebuah operator disebut juga sebagai IMSI pendek.

Mobile Subscriber Roaming Number (MSRN). MSRN digunakan selama proses pembentukan panggilan, baik panggilan keluar (*outgoing call*) yang disebut juga *Mobile Originating Call* (MOC) maupun panggilan masuk (*incoming call*) atau disebut juga dengan *Mobile Terminating Call* (MTC). MSRN adalah pengenalan sementara yang ditetapkan oleh VLR ke MS yang *roaming* di area layanan untuk memfasilitasi *routing* panggilan.

2.1.2 Network Switching System (NSS)

Peran *Network Switching System* (NSS) adalah untuk mengatur koneksi panggilan di lingkungan MS. NSS mencapai ini dengan menggunakan *node* pengalihan (*switching*) dan database berikut: *Mobile Switching Center* (MSC dan *gateway MSC*), *Home Location Register* (HLR), *Visitor Location Register*

(VLR), *Equipment Identity Register* (EIR), *Authentication Center* (AuC). Selain itu, *Short Message Service Center* (SMSC) diperlukan untuk mendukung layanan pesan singkat. Di hampir semua implementasi, fungsi HLR dan AuC diimplementasikan dalam satu *node* fisik yang biasanya disebut sebagai HLR/AuC.

Gateway Mobile Switching Center (GMSC) adalah komponen utama dari suatu NSS. GMSC mendukung semua antarmuka, termasuk menyediakan antarmuka ke jaringan eksternal, yaitu, PSTN, ISDN, dan PLMN lainnya. Layanan yang disediakan oleh GMSC mencakup pengaturan panggilan, perutean panggilan, pendaftaran, otentikasi, pembaruan lokasi, serah terima, dan penagihan. GMSC menawarkan layanan ini bersama dengan entitas NSS lainnya seperti HLR, VLR, MSC, AuC, dan EIR. Diantara fungsi utama GMSC adalah: *Registration, location update, authentication, paging, handover management, switching* dan *signaling, billing, serta, BSS management*.

HLR menyimpan data identitas dan pelanggan dari semua pengguna yang terdaftar di jaringan GSM. Informasi yang disimpan dalam HLR termasuk data permanen seperti IMSI, MSISDN, kunci otentikasi (*authentication key*), *supplementary service* (SS) yang diizinkan, dan beberapa data sementara. Contoh data sementara yang disimpan dalam HLR adalah alamat dari MSC/VLR yang saat ini melayani dan nomor *roaming* yang harus diteruskan panggilannya. Data sementara diperlukan untuk mendukung mobilitas. *Authentication Center* (AuC) menghitung dan memberikan *triplet* otentikasi, yaitu, Kc, RAND, dan tanggapan yang disetujui. AuC digunakan untuk otentikasi dan enkripsi melalui saluran radio.

VLR adalah database, yang berisi data administratif yang dipilih untuk semua ponsel saat ini sedang berada di *servicing MSC* yang terkait dengan VLR. Data permanen yang disimpan dalam HLR sama dengan data yang disimpan dalam VLR, hanya saja pada VLR sifatnya sementara dan akan berubah lagi pada saat *location update*.

Fungsi utama VLR adalah untuk mendukung GMSC/MSC selama proses otentikasi dan pembentukan panggilan. Untuk mengaktifkan fungsi ini, HLR memperbarui VLR dengan informasi pelanggan yang relevan berdasarkan kebutuhan pada saat *location update*. MSC selalu dikaitkan dengan hanya satu VLR. Namun, VLR dapat melayani beberapa MSC.

Equipment Identity Register (EIR). EIR adalah database yang berisi daftar IMEI untuk semua *mobile station*. EIR mempertahankan tiga kategori *list*, yaitu: *white list, black list* dan *gray list*.

2.2 Signaling System no.7 (SS7)

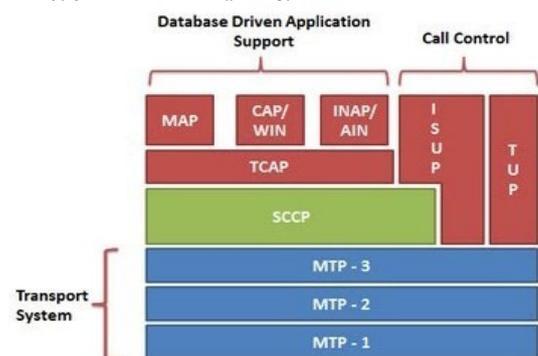
Jaringan SS7 adalah jaringan yang terpisah secara *logic* dalam jaringan telekomunikasi yang terdiri dari *signaling point* atau *signaling node* yang terhubung dengan *signaling links*. Jaringan CCS7 memiliki empat *signaling point* yang berbeda.

Service Signaling Points (SSP) adalah *node* jaringan yang menghasilkan sinyal pesan untuk mentransfer panggilan atau transaksi *non-call* dan informasi terkait antara *node* CCS7 yang berbeda. Dalam jaringan *wireline*, *switch* lokal mungkin memiliki kemampuan SSP. Dalam jaringan nirkabel, BSC dan MSC adalah SSP.

Signaling Transfer Points (STP) adalah *nodes* jaringan yang menyampaikan informasi pensinyalan dari satu *node* pensinyalan ke *node* yang lain. Gabungan SP/STP adalah *node* yang memiliki kemampuan SP dan STP; yaitu, dapat berasal (*originate*) atau menerima pesan pensinyalan CCS7 serta pesan transfer dari satu SP ke SP lainnya.

Signaling Control Points (SCP) adalah *node* yang berisi basis data yang memungkinkan peningkatan layanan. *Signaling links* menghubungkan dua titik pensinyalan. *Signaling links* terdiri dari beberapa tautan signaling. Dianjurkan untuk memiliki setidaknya dua *signaling link* dalam *link* untuk tujuan keandalan. *Links* tersebut dapat memiliki maksimum 32 *links*. Rute didefinisikan sebagai kumpulan *links* antara *originating* dan *terminating* SP melalui *node* perantara. Mungkin ada beberapa rute yang dapat dilalui pesan antara SP *originating* dan SP *terminating*. Rute pensinyalan ini secara kolektif disebut sebagai tanda rute (*routeset*).

Protokol SS7 memiliki mekanisme pemulihan kesalahan bawaan (*built-in error recovery*) untuk memastikan pengalihan pesan pensinyalan yang dapat diandalkan. SS7 memiliki arsitektur protokol berlapis, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Protokol *stack* terdiri dari empat *layer*. Level ini terkait dengan *Open System Interconnects* (OSI) Layers 1 hingga 7. Tiga level yang lebih rendah, yang disebut sebagai *Message Transfer Part* (MTP), menyediakan layanan yang dapat diandalkan untuk *routing* pesan melalui jaringan SS7.



Gambar 2. SS7 layer Protocol Stack

Signaling Data Link (disebut sebagai MTP Level 1) sesuai dengan *physical layer* dari model OSI. Ini mendefinisikan karakteristik fisik dan elektrik dari *link* signaling menghubungkan dua *node* signaling. *Signaling Link* (MTP Level 2) sesuai dengan Layer 2 dari model OSI. Ini bertanggung jawab untuk pengiriman pesan bebas kesalahan antara dua simpul sinyal yang berdekatan. *Signaling Network* (MTP Level 3) menyediakan fungsi yang

terkait dengan *routing* pesan dan *network management*. MTP Level 1, 2, dan 3 bersama-sama tidak memberikan perangkat fungsi yang lengkap seperti yang didefinisikan dalam OSI layer 1 hingga 3.

Signaling Connection and Control Part (SCCP) menawarkan peningkatan ke MTP Level 3. SCCP dan MTP bersama-sama disebut sebagai *Network Service Part* (NSP). Di Level 4, ada beberapa *user parts* atau *application parts*. *User parts* menggunakan kemampuan transportasi MTP atau NSP.

ISDN User Part (ISUP) menyediakan untuk pensinyalan kontrol yang diperlukan untuk mendukung panggilan ISDN. *Transaction Capabilities Application Part* (TCAP) menyediakan sinyal kontrol untuk terhubung ke database terpusat. *Mobile Application Part* (MAP), yang merupakan pengguna TCAP, menyediakan kemampuan untuk mendukung mobilitas pengguna dalam jaringan *wireless*.

2.3 International Roaming

Roaming merupakan proses pergantian layanan dari jaringan asal (*home network*) ke jaringan lain (*other network*). Pengertian *home network* di sini diartikan sebagai jaringan tempat di mana nomor pelanggan tersebut diterbitkan, sedangkan *other network* dapat diartikan sebagai jaringan di wilayah lain yang akan menjadi tujuan *roaming*. Sedangkan *international roaming* merupakan pergantian layanan dari jaringan asal ke jaringan lain namun sudah dalam area cakupan negara yang berbeda.

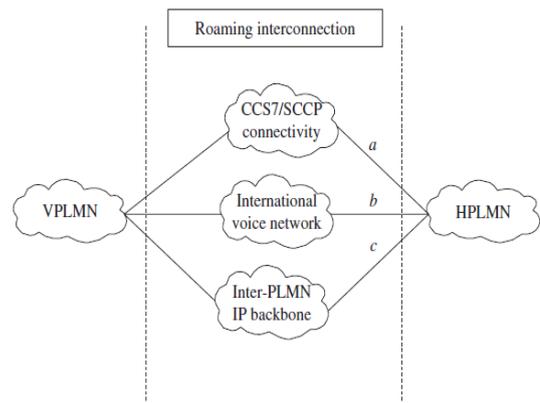
2.3.1 Struktur Dasar International Roaming

Sebuah bagian dari standarisasi GSM, yaitu *Mobile Application Part* (MAP). GSM MAP telah ditingkatkan untuk memastikan *roaming* yang mulus untuk generasi jaringan berikutnya. Saat ini, dengan tipe MS yang mendukung GSM 900/1800/1900, memungkinkan pelanggan untuk *roaming* di jaringan *visited*-nya pada frekuensi radio yang berbeda. Teknologi UMTS dapat berada di jaringan GSM/GPRS, sehingga pelanggan 3G dapat *roaming* di jaringan GSM/GPRS ketika berada diluar cakupan area 3G.

2.3.2 Koneksi Inter-PLMN

Pada Gambar 3 menunjukkan koneksi inter-PLMN yang memiliki beberapa koneksi yaitu :

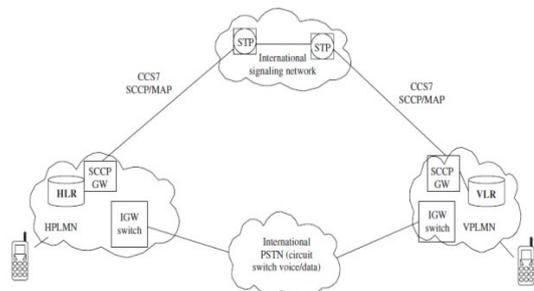
- Link* SS7 (untuk trafik SCCP MAP) antara VPLMN dan HPLMN. *Link-link* berikut mewajibkan pertukaran informasi antara HLR di jaringan asal dan VLR di jaringan yang dikunjungi.
- Link interconnect* untuk melewati *circuit-switched* suara dan data antar HPLMN dan VPLMN.
- Interkoneksi *packet-switched* untuk melewati paket data antara HPLMN dan VPLMN.



Gambar 3. Koneksi Inter-PLMN

2.3.3 Signaling Inter-PLMN

Salah satu syarat untuk hubungan international roaming adalah konektivitas antara HPLMN dan VPLMN untuk membangun sinyal dan layanan pembawa (suara dan data). Gambar 4 menunjukkan bahwa HPLMN terhubung dengan VPLMN melalui *Public Switched Telephone Network* (PSTN) internasional untuk layanan pembawa. Koneksi terdiri dari 64 *Kbps-circuit-switched* suara atau link data. Sinyal diperlukan untuk ISUP panggilan dan juga untuk memungkinkan agar roaming dapat dilakukan melalui jaringan logis yang terpisah.

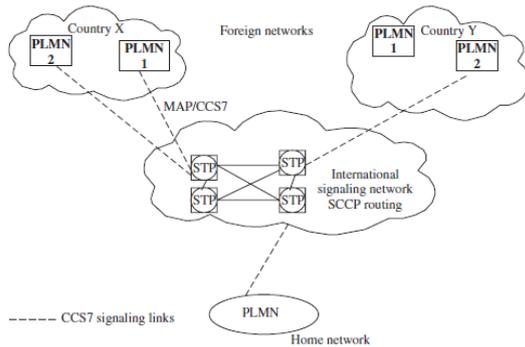


Gambar 4. Jaringan Global Roaming

Jaringan sinyal membawa pesan MAP menggunakan SCCP dan MTP. Suatu HPLMN dan VPLMN yang terhubung baik secara langsung atau melalui jaringan sinyal internasional. Operator GSM biasanya menggunakan *hub* internasional untuk menghindari *point-to-point* SS7 link yang lebih mahal. Operator GSM biasanya bermitra dengan lebih dari satu operator di luar negeri untuk memastikan keandalan.

Jaringan sinyal internasional terdiri dari *gateway* SCCP dan STP. Dalam jaringan sinyal *international* ini mengangkut MAP sinyal pesan antara PLMNs. Sebuah perjanjian kerjasama *end-to-end* harus ada antara PLMN yang bekerja sama. Gambar 5 adalah jaringan signaling inter PLMN menunjukkan PLMN di negara asal terhubung ke PLMN 1 dan 2 negara X dan PLMN 2 negara Y. Tidak ada kesepakatan roaming antar PLMN di negara asal dan PLMN 1 negara Y. Untuk roaming internasional, jaringan *node* dalam sebuah VPLMN perlu berkomunikasi dengan orang-orang dari HPLMN pelanggan. Sebagai contoh, jaringan *visited*

perlu melakukan verifikasi jika pelanggan asing mencoba untuk masuk ke jaringan berwenang dan telah berlangganan layanan *roaming*.



Gambar 5. Jaringan Signalling Inter-PLMN

2.4 Key Performance Indicators (KPI)

Key Performance Indicators (KPI) merupakan indikator yang mampu merepresentasikan kinerja suatu alat atau sistem kerja secara keseluruhan. Hasil pengukuran melalui indikator tersebut dapat digunakan untuk menilai tingkat keberhasilan dalam mencapai suatu target pencapaian.

Parameter KPI dimonitor dengan *tools* yang salah satunya adalah OSIX keluaran *vendor* Polystar untuk mengetahui trafik *Location Update Success Rate* (LUSR) dan *Call Completion Ratio* (CCR).

2.4.1 Location Update Success Ratio (LUSR)

Pembaruan lokasi (*location update*) menjadi salah satu hal penting yang harus dilakukan oleh suatu *Mobile Station* (MS). Setiap perpindahan lokasi dari suatu MS seharusnya dicatat oleh VLR atau HLR terkait sehingga didapatkan *database subscriber* yang terbaru. Data ini sangat diperlukan ketika ada suatu *paging* terhadap suatu MS sehingga keberadaannya diketahui dan panggilan pun dapat dilakukan. Oleh karena itu, *location update* menjadi sangat perlu dikarenakan perubahan database ini merupakan penentu besarnya indikator lainnya.

Location Update Success Rate (LUSR) adalah suatu rasio dari perbandingan antara jumlah mobile yang melakukan pembaruan lokasinya dengan sukses dan jumlah mobile yang melakukan permintaan (*request*) kepada jaringan untuk pembaruan lokasinya dimana MS berada. Formula yang digunakan dalam menghitung rasio ini adalah:

$$LUSR (\%) = \left(\frac{\text{Location Update Success}}{\text{Location Update Attempt}} \right) \times 100 \dots (2.1)$$

2.4.2 Call Completion Rate (CCR)

Dalam telekomunikasi, *Call Completion Rate* (CCR) adalah nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat ketersediaan jaringan dalam memberikan pelayanan baik berupa *voice call*. Merupakan standarisasi prosentase tingkat keberhasilan panggilan oleh kesediaan kanal suara yang sudah dialokasikan untuk mengetahui kesuksesan panggilan tersebut, maka ditandai dengan *tone* saat terkoneksi dengan ponsel lawan bicara. Dengan kata lain membuka jalan untuk komunikasi dan terkadang

karena berbagai alasan, tidak semua upaya untuk melakukan panggilan (*call Attempt*) dapat terkoneksi ke nomor yang dituju. Saat hendak melakukan panggilan, *call attempt* memanggil prosedur *call setup* dan jika berhasil maka panggilan akan terhubung.

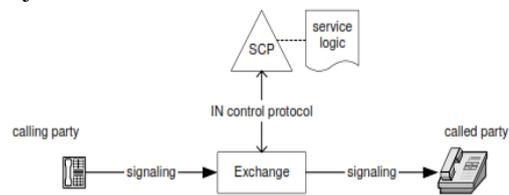
Standard penilaian adalah jika angka >95% maka berpredikat *Exelent* yang menunjukkan kualitas yang paling baik, 90 – 95% dikategorikan *Good*, 80-90% adalah *Fair*, dan jika <80% maka digolongkan *Poor* atau buruk sekali.

$$CCR (\%) = \left(\frac{\text{Number of successful call}}{\text{Total number of attempted call}} \right) \times 100 \dots (2.2)$$

2.5 Intelligent Network (IN)

Intelligent Networks (IN) adalah teknik yang menambah jaringan digital dengan metode untuk mengangkat kontrol atas panggilan *circuit switched* (CS) ke platform kontrol di lapisan yang lebih tinggi (gambar 6). Jaringan digital ini, didasarkan pada prinsip pemberian sinyal yang didefinisikan oleh *ISDN User Part* (ISUP), dapat mencakup jaringan seperti *Integrated Service Digital Network* (ISDN), *Public Switched Telephone Network* (PSTN) dan *Public Land Mobile Network* (PLMN).

Menerapkan IN ke salah satu dari jaringan ini memiliki kesamaan bahwa pembentukan panggilan akan disadap (*tapping*) pada *node* yang ditentukan dalam *core network*. Kontrol atas panggilan diserahkan ke platform kontrol. Platform kontrol menentukan bagaimana pembentukan ini akan dilanjutkan.



Gambar 6. IN Control

2.5.1 Service Control Point (SCP)

Service Control Point (SCP) membentuk platform kontrol untuk IN. Protokol kontrol IN adalah seperangkat kemampuan yang memungkinkan operator untuk megaskan kontrol atas panggilan yang akan dibangun. Berbagai standar IN telah mendefinisikan protokol IN; CAMEL adalah salah satu standar tersebut. Pertukaran terletak di *core network* dan dapat berupa *node* seperti *Local Exchange* (LE), *Transit Exchange* (TE) atau *Mobile services Switching Centre* (MSC). SCP terletak di *service layer*. Layanan mungkin berisi banyak *node*, tetapi untuk IN, SCP adalah entitas utama di mana kontrol atas panggilan dapat ditegaskan.

2.5.2 Service Switching Function (SSF)

Protokol kontrol IN pada saat pertukaran (*exchange*) ditangani oleh *Service Switching Function* (SSF). SSF melewati kontrol panggilan dari *exchange* ke SCP dan instruksi relay dari SCP kembali *exchange*. Semua aspek protokol IN ditangani oleh SSF.

Pada *invocation* layanan IN, SSF menyalin informasi dari protokol akses (misalnya ISUP atau DTAP) ke pesan INAP yang digunakan untuk menjalankan layanan IN. Sebaliknya, ketika SSF menerima instruksi dari SCP, ia menyalin informasi yang diterima dari SCP ke protokol kontrol panggilan. Dalam jaringan GSM, setiap MSC dapat dilengkapi dengan SSF atau hanya MSC yang ditunjuk dapat dilengkapi dengan SSF.

2.5.3 Service Control Function (SCF)

Service Control Function (SCF) adalah entitas fungsional yang terdapat pada SCP. Ini membentuk aplikasi dalam SCP yang memfasilitasi pelaksanaan layanan IN. SCP adalah *node* beralamat di jaringan SS7. *Node* lain dalam jaringan dapat berkomunikasi dengan SCP melalui protokol signaling SS7. Untuk CAMEL dan INAP, perilaku SCF ditentukan kurang rinci daripada perilaku SSF. Alasannya adalah bahwa begitu SCF telah memperoleh kontrol panggilan, ia dapat memutuskan bagaimana panggilan dapat dilanjutkan. SCF harus mendukung protokol IN (misalnya INAP), tetapi perilaku logika layanan bersifat spesifik operator.

2.5.4 CAMEL

ETSI memperkenalkan standar IN khusus untuk jaringan GSM yaitu *Customized Applications for Mobile networks Enhanced Logic (CAMEL)*, merupakan bagian integral dari standar ETSI GSM. CAMEL adalah evolusi standar IN yang ditetapkan oleh Bellcore, ITU-T dan ETSI. CAMEL secara definisi merupakan standar IN.

CAMEL secara fungsionalitas termasuk *intelligent peripherals*, yang menyediakan kemampuan untuk menyisipkan *announcement* dan *tone*. CAMEL juga mendukung monitoring permintaan *supplementary services* yang dipilih, USSD, dan fungsi *charging* untuk mengaktifkan panggilan *prepaid*. CAMEL untuk manajemen mobilitas, GPRS, dan UMTS. Aspek utama yang khas dari standar CAMEL IN dibandingkan dengan standar IN tradisional adalah sebagai berikut.

- a. Protokol kontrol IN dari CAMEL yaitu *CAMEL Application Part (CAP)*, sepenuhnya ditentukan, termasuk kemampuan *charging*.
- b. CAMEL dapat digunakan dalam jaringan GSM yang terdiri dari peralatan dari berbagai vendor.
- c. Layanan CAMEL dapat digunakan untuk pelanggan di jaringan asal (*home network*) dan untuk pelanggan *roaming*.
- d. Standar CAMEL IN disesuaikan dengan jaringan GSM.

2.5.5 CAMEL Application Part (CAP)

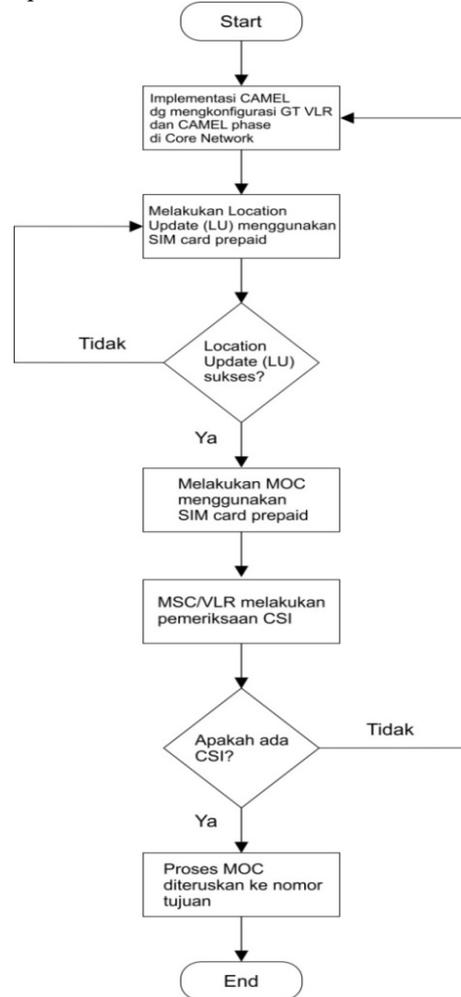
Meskipun CAMEL mencakup berbagai fungsi yang terkait dengan penggunaan IN dalam jaringan GSM, salah satu bagian utama CAMEL adalah protokol kontrol IN, yang digunakan antara *gsmSSF* dan *gsmSCF*. *CAMEL Application Part (CAP)* berasal dari Core INAP CS1. Kemampuan CAP didefinisikan melalui "Operasi". Suatu Operasi dapat

dianggap sebagai mekanisme bagi satu entitas untuk memulai prosedur dalam *peer entity*.

Pengiriman IDP ke SCP berarti bahwa *gsmSSF* memulai prosedur di SCP. SCP dapat, pada gilirannya, mengirim Operasi ke *gsmSSF*; dengan melakukannya, SCP memulai prosedur di *gsmSSF*. Entitas yang menerima Operasi dapat mengirimkan respons kepada pengirim Operasi. Pengiriman respons tergantung pada Operasi spesifik dan pada hasil pemrosesan Operasi. Tiga jenis informasi dapat ditentukan untuk setiap Operasi.

3. IMPLEMENTASI CAMEL

Implementasi CAMEL dilakukan di sisi *core network* pada sistem seluler terutama untuk bagian yang berkaitan dengan *circuit switch* yang salah satunya berfungsi dalam mengakomodasi layanan panggilan suara. Implementasi dilakukan pada VPLMN maupun HPLMN yang bekerjasama antara Telkomsel dan operator di negara Polandia, sehingga nomor berbasis *prepaid* milik pelanggan Telkomsel dapat menggunakan layanan MOC saat *roaming* di jaringan operator negara tersebut. Diagram alir dari proses implementasi dan konfigurasi CAMEL dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir implementasi

Pada dasarnya implementasi CAMEL dalam kerjasama *international roaming* antara operator

lokal dan operator *Roaming Partner* di luar negeri dilakukan dengan mengkonfigurasi GT VLR milik VPLMN pada *Node Equipment* (NE) di HPLMN dan konfigurasi CAMEL *Phase version* (CAPv) yang didukung oleh HPLMN pada NE terkait di sisi VPLMN.

Selain itu juga akan dikaji *location update* yang menjadi aspek utama dalam menentukan keberhasilan penggunaan layanan *roaming* hingga dapat melakukan MOC. Serta dijelaskan juga konfigurasi sistem CAMEL di *core network*, alur kerja, catatan transaksi signaling dan *error message*-nya. Pada tahap berikutnya dilakukan *tracing* untuk mendapatkan log transaksi *location update* dan MOC pelanggan *prepaid* yang sedang *roaming* di jaringan *Roaming Partner*.

Implementasi CAMEL dilakukan di sisi *core network* yang melibatkan beberapa *Node Equipment* (NE) *Mobile Switch Center/Visitor Location Center* (MSC/VLR) milik operator lokal sebagai HPLMN maupun *Roaming Partner* sebagai VPLMN.

Untuk memastikan fitur CAMEL antara operator lokal dengan operator *Roaming Partner* sudah terimplementasi pada *core network* operator lokal dapat dilihat dengan cara login ke *Node Equipment* (NE) *Mobile Switch Center/Visitor Location Center* (MSC/VLR) atau MSS.

Setelah login ke sistem MSS, gunakan *command* “ZMXP:NAME=TAP NAME;” untuk melihat status CAMEL *Phase* di MSS. Label TAP NAME menunjukkan kode operator yang berlaku secara internasional pada label TAP NAME ini diisi dengan TAP NAME operator HPLMN. Dalam hal ini dapat dilakukan pengecekan TAP NAME milik HPLMN terkait yang akan dilakukan konfigurasi CAMEL dengan operator VPLMN.

```

INDEX: 60
CIPHERING: USED
TRIPLET RE-USE: USED
EMLPP DEFAULT PRIORITY LEVEL: 4
SUPPORT OF EMLPP: YES
COUNTRY CODE LENGTH: 2
MSRN GROUP: 00 BLACK LIST EFFECT: ALLOW
MSRN LIFE TIME: 90 SEC. GREY LIST EFFECT: ALLOW
PNS TIME LIMIT: 20 SEC. UNKNOWN IMEI EFFECT: ALLOW
TRAFFIC TERMINATION ON CANCEL LOCATION: NOT USED
SUPPORTED CAMEL PHASE: NOT SUPPORTED
PSI PAGING: NOT ALLOWED
FRAUD OBSERVATION AND LIMITATION: USED
REGIONAL ROAMING: NOT ALLOWED
ZONE CODES: USED
ZONE CODES FROM HLR: NOT ALLOWED
EXACT MS CATEGORY USAGE: ROAM
REJECT CAUSE FOR UDL REJECTION: NOT SUPPORTED
USAGE OF PLMN SPECIFIC SS 253: 1 (10 MSEC)
ANY TIME INTERROGATION DELAY TIME: NO
REDIRECT SUBSCRIBERS TO TEST MSS: NO
    
```

Gambar 8. CAMEL Phase Belum Dikonfigurasi pada MSS

Gambar 8 memperlihatkan bahwa untuk operator HPLMN tersebut belum terimplemetasi CAMEL di VPLMN, hal ini dapat dilihat pada status *Supported CAMEL phase = Not Supported*, artinya CAMEL *phase* belum didefinisikan, yang mana layanan berbasis CAMEL belum bisa digunakan.

CAMEL INFO	
TADIC code: POLKM	
Section ID: 15 (Conditional)	
Effective date of change: 2016-04-20	
gsmSSfMSC	
CAP Version supported (Inbound)	CAP Version supported (Outbound)
CAPv2 CAPv1 CAPv3	CAPv2 CAPv3

Gambar 9. Informasi CAP Version dari IR21 Roaming Partner

Untuk melakukan implementasi atau konfigurasi, terlebih dahulu perlu dilakukan rujukan pada dokumen IR21 milik *Roaming Partner* untuk memperoleh informasi mengenai TAP Name dan CAMEL *Phase* (CAPv) yang didukung oleh *Roaming Partner* terkait. Gambar 9 memperlihatkan informasi yang terdapat pada dokumen IR21 milik *Roaming Partner*, yang mana di sini pihak *Roaming Partner* mendukung CAPv1, CAPv2, dan CAPv3 untuk *inbound* dan CAPv2, CAPv3 untuk *outbound*. Setelah informasi tersebut diperoleh, baru kemudian proses konfigurasi dilakukan pada *Node Equipment* (NE) *Mobile Switch Center/Visitor Location Center* (MSC/VLR). Implementasi dilakukan dengan cara memasukkan *command* penambahan CAMEL *Phase version* ke NE MSC/VLR yaitu “ZMXN:NAME=POLKM:.....CAMEL=3;”.

Variabel “NAME” berisi TAP Name operator *Roaming Partner* yaitu: POLKM, sedangkan “CAMEL=3” menunjukkan *supported CAMEL phase* milik *Roaming Partner*. Gambar 10 menunjukkan bahwa CAMEL *Phase* sudah terkonfigurasi di MSS.

```

INDEX: 60
CIPHERING: USED
TRIPLET RE-USE: USED
EMLPP DEFAULT PRIORITY LEVEL: 4
SUPPORT OF EMLPP: YES
COUNTRY CODE LENGTH: 2
MSRN GROUP: 00 BLACK LIST EFFECT: ALLOW
MSRN LIFE TIME: 90 SEC. GREY LIST EFFECT: ALLOW
PNS TIME LIMIT: 20 SEC. UNKNOWN IMEI EFFECT: ALLOW
TRAFFIC TERMINATION ON CANCEL LOCATION: NOT USED
SUPPORTED CAMEL PHASE: PHASE 3
PSI PAGING: NOT ALLOWED
FRAUD OBSERVATION AND LIMITATION: USED
REGIONAL ROAMING: NOT ALLOWED
ZONE CODES: USED
ZONE CODES FROM HLR: NOT ALLOWED
EXACT MS CATEGORY USAGE: ROAM
REJECT CAUSE FOR UDL REJECTION: NOT SUPPORTED
USAGE OF PLMN SPECIFIC SS 253: 1 (10 MSEC)
ANY TIME INTERROGATION DELAY TIME: NO
REDIRECT SUBSCRIBERS TO TEST MSS: NO
    
```

Gambar 10. CAMEL Phase Telah Diimplementasi

a. Polystar OSIX Trace Tools

Untuk memonitor dan mengamati aktifitas atau transaksi *International Roaming* baik pada proses *location update*, SMS-MO, SMS-MT, MOC, MTC maupun aktifitas lainnya, digunakan beberapa *tools* yang salah satunya adalah OSIX. *Tools* ini berupa *software* keluaran dari perusahaan Polystar Instruments AB atau sering disebut Polystar. *Tools* tersebut melakukan dokumentasi berupa data angka untuk berbagai transaksi *international roaming*, baik untuk transaksi yang berhasil maupun transaksi yang gagal. OSIX khusus mengambil log transaksi yang dilakukan oleh *subscriber* yang melalui jaringan internasional bukan *subscriber* di jaringan lokal. Pada Polystar OSIX, semua transaksi yang akan di analisa *message*-nya terdapat dalam tiga *layering* protokol yaitu: MAP, ISUP dan CAMEL(gambar 11).

Start Time	TCAP OP Code	TCAP/MAP IMSI Number	TCAP/MAP MSISDN Number
SCCP GT Calling	SCCP GT Called	SCCP SSN Calling	SCCP SSN Called
TCAP Error Code	Status		

Gambar 11. Parameter Tools Polystar OSIX

b. LUSR dan CCR

Location Update Success Rate (LUSR) digunakan untuk melihat nilai *Key Performance*

Indicator (KPI) dari *update location* khususnya *update location* dengan CAMEL. *Call Completion Rate* (CCR) digunakan untuk mengetahui KPI dari MOC pada nomor *prepaid* CAMEL pada setiap operator HPLMN yang bekerja sama dengan *Roaming Partner*. Nilai performansi didapat dari tingkat keberhasilan dari total percobaan *update location* dan MOC yang dilakukan oleh *roamer* pengguna nomor *prepaid* saat menggunakan jaringan T-Mobile. Berdasarkan total percobaan *update location* dan MOC akan diketahui berapa jumlah pelanggan yang berhasil dan gagal. Total percobaan pelanggan yang berhasil atau gagal akan dapat dihitung nilai LUSR dan CCR menggunakan Persamaan 2.1 dan Persamaan 2.2.

LUSR dan CCR pada nomor operator HPLMN yang sedang *roaming* di jaringan operator *Roaming Partner*, dapat dinilai dengan standard penilaian KPI yaitu jika nilai efisiensi (%) diatas 85 % maka berpredikat *Excellent*, 85 – 65% *Good*, 65-50% *Fair*, dan jika <50% maka digolongkan *Poor* atau buruk sekali.

Dalam beberapa kasus tertentu presentase monitor yang cenderung memiliki hasil yang dibawah standard dapat dimaklumi, hal ini dikarenakan dari keseluruhan operator lokal yang memiliki kerjasama *international roaming* dengan operator *Roaming Partner* ini bukanlah operator partner utama (*preferred network*) sehingga tidak dilakukan *improvement* untuk mendapatkan hasil pengukuran LUSR dan performansi MOC yang kurang baik.

4. HASIL DAN ANALISA

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil *message* yang terdapat dalam transaksi *location update* (khususnya *circuit switch*) dan *call* pada nomor prabayar (*prepaid*) *outbound roamer* Telkomsel yang *roaming* di jaringan T-Mobile. Trace secara keseluruhan diambil berdasarkan IMSI untuk transaksi *location update* dan MSISDN untuk transaksi *call*. Pada saat dilakukan *trace*, IMSI yang digunakan adalah IMSI pendek (*prefix*) yang disebut juga MCC-MNC. Lalu akan diamati beberapa IMSI yang terdapat pada *log trace* untuk kemudian dilakukan analisa dari hasil *trace* tersebut dan mengamati perbedaan *message* pada proses *Insert Subscriber Data* (ISD) ketika melakukan *location update* baik sebelum di implementasi CAMEL maupun sesudah diimplementasi untuk diamati perbedaannya. Selain itu akan diamati juga *error message* yang mungkin terjadi dan dilakukan monitoring pada *success rate location update* serta *call*.

a. Data Transaksi Pelanggan

Data transaksi *location update* pelanggan diambil dengan menggunakan *trace tool Polystar OSIX* untuk mendapatkan *message* pada protokol MAP, karena protokol MAP berfungsi untuk menyediakan pertukaran informasi antara HLR dan VLR. Dalam proses pengambilan data dan analisa,

hal yang pertama kali dilakukan untuk mendapatkan *sample* transaksi *message* adalah dengan melakukan *trace* menggunakan *OSIX* dengan parameter input menggunakan IMSI pendek (enam digit) pelanggan dan rentang waktu tertentu sebagai filter untuk transaksi yang dibutuhkan. Kemudian *OSIX* akan melakukan *query* pada transaksi yang berada di *layer* protokol MAP, dalam hal ini yang dibutuhkan untuk analisa berikutnya hanya transaksi *Location Update*.

b. Location Update di VPLMN

Sebelum memasuki tahapan *location update*, pada saat nomor pelanggan *roaming* pertama kali memasuki jaringan operator milik *Roaming Partner* di T-Mobile maka pada saat bersamaan VLR pada operator T-Mobile tersebut akan melakukan proses pembuktian keaslian (otentikasi) atau pengecekan keabsahan nomor pelanggan terlebih dahulu melalui proses *Send Authentication Info* (SAI). Jika IMSI pelanggan gagal dikenali, maka SAI akan gagal dan VPLMN akan mengirimkan error cause “*Unknown Subscriber*” sedangkan jika kegagalan saat proses otentikasi pada IMEI *handset* pelanggan, maka *error cause* yang dikirimkan oleh VPLMN adalah “*Illegal Equipment*”. SAI merupakan proses awal dari *location update*, artinya jika proses SAI telah gagal, maka dipastikan tidak akan terjadi *location update*.

Aktifitas signaling pertama yang mesti dipenuhi oleh nomor pelanggan saat memasuki area layanan (VLR) yang baru adalah *location update*. Ini merupakan syarat mutlak yang harus dilakukan agar SIM *card* pelanggan mendapatkan sinyal di area layanan yang baru atau area yang dikunjungi. Jika proses *location update* ini gagal, maka nomor pelanggan akan mengalami *blankspot* alias *no signal*, artinya tidak ada layanan yang dapat digunakan.

Untuk menguji apakah implementasi CAMEL sudah berhasil dapat dibandingkan dari proses *message* yang terdapat pada saat *location update* antara operator yang sudah memiliki kerjasama atau yang telah dikonfigurasi CAMEL dengan operator yang tidak diimplementasikan CAMEL. *Message* ini berisikan salinan data permanen yang dimiliki oleh SIM *card* pelanggan yang diperoleh dari database HLR tempat nomor pelanggan berasal atau disebut juga HLR-NG pelanggan.

Start Time	End Time	TCAP OP Code	TCAP/MAP IMSI ...	SCCP GT Calling	SCCP GT Called
09:28:27.000	09:28:27.608	70; ProvideSubscriberInfo	510106625829146	6281107154	48602007050
09:28:01.087	09:28:01.618	46; MO-ForwardSM	510106625829146	62811078854	48602007050
09:27:27.073	09:27:27.911	23; UpdateGprsLocation	510106625829146	48602006912	628116625829146
09:27:26.358	09:27:29.453	2; UpdateLocation	510106625829146	48602007050	628116625829146
09:27:24.009	09:27:24.955	56; SendAuthenticationInfo	510106625829146	48602006912	628116625829146
09:27:23.948	09:27:24.095	56; SendAuthenticationInfo	510106625829146	48602007050	628116625829146

Gambar 12. Transaksi MAP Pelanggan di Jaringan T-Mobile

Gambar 12 merupakan *sample trace* pada nomor test yang terlebih dahulu telah dilakukan pengujian *location update* di jaringan operator T-Mobile menggunakan IMSI 510106625829146. Pada hasil *trace* tersebut ditemukan beberapa aktifitas transaksi yang dilakukan oleh IMSI 510106625829146 yang berkaitan dengan *signaling* diantaranya: *Send Authentication Info* (SAI), *location update*, *location update GPRS*, *MO-Forward SM*, dll.

Dari gambar 12 terlihat bahwa pelanggan melakukan *location update* di jaringan T-Mobile pada pukul 09:27:26 (warna biru) dan *location update GPRS* pada pukul 09:27:27. Identitas operator VPLMN tempat nomor tersebut terdaftar (*attach*) dapat diketahui dari parameter *SCCP GT Calling* yang memuat GT VLR tempat pelanggan terdaftar. GT VLR *address* ini terdiri atas kombinasi *Country Code (CC)*, *National Destination Code (NDC)* dan *Serial Number (SN)* layaknya sebuah MSISDN. CC umumnya terdiri dari satu, dua atau tiga digit dan NDC umumnya terdiri atas tiga digit.

Berdasarkan CC-NDC inilah akan diketahui operator sebagai pemilih VLR *address* tersebut yang pada hasil *trace* terlihat CC adalah +48 yang merupakan kode negara Polandia dan NCD 602 adalah kode nasional untuk operator T-Mobile. *Location update* dan *location update GPRS* ini memiliki perbedaan fungsi. *Location update* biasa merupakan proses pertukaran atau pembaruan data di VLR yang berkaitan dengan layanan *circuit switch (voice, MOC, SMS atau USSD)* dan *node* pertukaran data yang melakukan komunikasi dalam hal ini adalah HLR dan VLR. *Location update GPRS* memiliki fungsi yang berkaitan dengan layanan *packet switch (data)* dan *node* yang terlibat dalam proses ini adalah HLR dan SGSN.

Parameter *SCCP SSN Calling* dan *SCCP SSN Called* pada Gambar 12, terdapat perbedaan *node* yang melakukan komunikasi dalam proses *location update* dan *location update GPRS* tersebut. Pada *location update* yang bertindak *SCCP SSN Calling* adalah VLR dan *SCCP SSN Called* adalah HLR. Sedangkan pada *location update GPRS* yang bertindak sebagai *SCCP SSN Calling* adalah SGSN dan *SCCP SSN Called* adalah HLR. Parameter *SCCP SSN Called* untuk keduanya sama-sama HLR, hal ini menunjukkan bahwa data *subscription* pelanggan yang diperlukan untuk melakukan layanan semuanya disediakan oleh HLR sebagai database penyimpanan data permanen nomor pelanggan.

c. Location Update di VPLMN yang Telah Dikonfigurasi CAMEL

Message SS7 dalam transaksi *Send Authentication Info (SAI)* dan *location update*. Dari hasil *trace* tersebut, pada layer MTP, “*international network*” menunjukkan bahwa transaksi tersebut adalah transaksi internasional yang berasal dari VPLMN menuju ke HPLMN yang ditunjukkan oleh *Originating Point Code (OPC)* milik VPLMN, dan *Destination Point Code (DPC)* milik HPLMN.

Pada bagian UDT *message* dapat dilihat transaksi berasal dari VPLMN menuju HPLMN, dari *Called Address* milik HPLMN Telkomsel dengan GT 62811xx, sedangkan *Calling Address* milik VPLMN T-Mobile yang memiliki GT 48602xxx, yang berarti VPLMN meminta otentikasi ke arah HPLMN untuk menanyakan apakah pelanggan di perbolehkan untuk melakukan *location update* atau tidak. IMSI dan jenis transaksi MAP di sebutkan di bagian MAP *Operation*.

Balasan atau respon atas permintaan SAI *message* tersebut dapat dilihat di layer MTP berikutnya yang memiliki informasi OPC milik HPLMN dan DPC milik VPLMN, begitu pun dengan *GT Calling No* dan *GT Called No*-nya. Transaksi ini merupakan transaksi balasan atau SAI *ack* dari transaksi SAI yang mengandung info apakah SAI di terima atau tidak.

Setelah transaksi SAI, VLR dimana pelanggan berada, akan mengirimkan transaksi permintaan untuk melakukan *location update* ke arah HLR. Transaksi awal permintaan *location update* mengandung informasi yang sama seperti pada transaksi SAI sebelumnya. Disini dapat dilihat juga OPC, DPC, *GT Calling Number* dan *GT Called Number*-nya. VLR bertanya kearah HLR apakah pelanggan boleh melakukan *location update* di jaringan T-Mobile.

Pada gambar 13, dapat diamati bahwa pada pukul 09:27 (GMT+7) IMSI 510106625829146 sudah berhasil melakukan *location update* di jaringan operator T-Mobile yang bertindak sebagai VPLMN, antara Telkomsel dan T-Mobile telah dilakukan implementasi atau konfigurasi CAMEL.

Pada saat nomor pelanggan Telkomsel, login ke Jaringan T-Mobile, VLR T-Mobile langsung melakukan *request Update Location* ke HLR Telkomsel untuk mengkonfirmasi apakah proses *location update* tersebut diperbolehkan atau tidak. Kemudian Telkomsel memberikan respon dengan mengirimkan *Insert Subscriber Data (ISD)* dimana proses ini bertujuan memasukkan (*insert*) data-data pelanggan yang tersimpan di HLR Telkomsel Indonesia ke VLR T-Mobile. Proses ISD terjadi dalam beberapa tahap sebelum kemudian diakhiri oleh HPLMN ketika proses *location update* telah selesai (*end*).

Timestamp	Type	Direction	Resulting Status	Resulting State Name	Link	OP Code
09:27:26.358	2; Begin	→→	Normal	TCP Start	10.251.171.54 Al...; 2; UpdateLocation	
09:27:26.502	4; Continue	←←	Normal	TCP Transaction	10.251.171.54 Al...; 7; InsertSubscriberData	
09:27:27.094	4; Continue	←←	Normal	TCP Transaction	10.251.171.54 Al...; 7; InsertSubscriberData	
09:27:27.256	4; Continue	←←	Normal	TCP Transaction	10.251.171.54 Al...; 7; InsertSubscriberData	
09:27:27.873	4; Continue	→→	Normal	TCP Transaction	10.251.171.54 Al...; 7; InsertSubscriberData	
09:27:28.032	4; Continue	→→	Normal	TCP Transaction	10.251.171.54 Al...; 7; InsertSubscriberData	
09:27:28.603	4; Continue	←←	Normal	TCP Transaction	10.251.171.54 Al...; 7; InsertSubscriberData	
09:27:29.288	4; Continue	→→	Normal	TCP Transaction	10.251.171.54 Al...; 7; InsertSubscriberData	
09:27:29.463	3; End	←←	EndTimeout	TCP Pending End	10.251.171.54 Al...; 2; UpdateLocation	

```

vlrCAMELSubscriptionInfo
├── CSI
│   ├── BscCAMELTPDataList
│   │   ├── BscCAMELTPDataList nr 0
│   │   │   ├── BscTriggerDetectionPoint = 2 (collectedInfo)
│   │   │   └── gsmSCF-Address
│   │   │       ├── serviceKey = 140
│   │   │       ├── numberingPlanIndicator = 1 (ISDN/Telephony Numbering Plan (Rec ITU-T E.164))
│   │   │       ├── natureOfAddressIndicator = 1 (international number)
│   │   │       ├── extensionBit = 1 (no extension)
│   │   │       └── addressSignal = 6281107991
│   │   └── defaultCallHandling = 1 (releaseCall)
│   └── camelCapabilityHandling = 2
    
```

Gambar 13. CSI pada Saat LU di T-Mobile

Gambar 13 memperlihatkan bahwa pada saat *insert subscriber data*, HLR langsung mengirimkan *CAMEL Subscription Info (CSI)* milik nomor pelanggan ke VLR tempat pelanggan baru saja terdaftar. CSI sendiri berisi profil-profil yang berkaitan dengan layanan CAMEL diantaranya adalah *gsmSCF address*, *CAMEL capability handling*, dan *service key*. Pada data CSI ini, dapat dilihat bahwa *gsmSCF address* dari nomor pelanggan adalah 6281107xxx yang mana ini berada di sisi HPLMN. *CAMEL capability handling* menunjukkan versi CAMEL *phase* yang didukung oleh HPLMN untuk *outbound roamer*.

transaksi yang berada di layer protokol CAMEL untuk transaksi MOC.

g. Pengukuran LUSR dan CCR

Untuk mengetahui performansi dari implementasi CAMEL dalam kerjasama antara operator lokal Indonesia dengan operator Polandia maka diambil data tingkat keberhasilan *location update* atau *Location Update Success Ratio* (LUSR) untuk pelanggan *prepaid* yang berbasis CAMEL serta tingkat keberhasilan transaksi MOC atau yang disebut juga *Call Completion Ratio* (CCR) dalam periode 14 hari antara pukul 15:00 – 18:00 PM dalam zona waktu GMT+7. Nilai rata-rata persentase pencapaian *location update* didapatkan sesuai perhitungan menggunakan Persamaan 2.1.

Persentase LUSR tertinggi dalam periode pengamatan mencapai 100% dan persentase terendah terjadi hanya berada di angka 57%. Secara keseluruhan selama periode dua minggu tersebut, persentase LUSR mencapai 73%. Angka ini masih termasuk ke dalam kategori *Good* pada kualitas standard KPI.

Persentase rata-rata tingkat keberhasilan CCR untuk transaksi MOC didapat sesuai perhitungan menggunakan Persamaan 2.2. Persentase tingkat keberhasilan MOC tertinggi selama pengamatan berada di angka 79% sedangkan persentase tingkat keberhasilan terendah hanya sebanyak 10%. Dalam masa pengamatan tersebut tidak ada persentase keberhasilan CCR yang mencapai nilai angka sempurna (100%). Dari akumulasi secara keseluruhan, CCR untuk transaksi MOC memiliki persentase keberhasilan sebesar 55%. Angka keberhasilan yang hanya 55% ini termasuk ke dalam kategori *Fair* pada kualitas standard KPI.

5. SIMPULAN

Dari hasil implementasi CAMEL serta dilakukan analisa pada transaksi-transaksi *location update* dan MOC yang dilakukan pelanggan *prepaid* saat *roaming* dapat disimpulkan bahwa persentase tingkat LUSR rata-rata selama 14 hari mencapai 73%. Angka ini masih termasuk ke dalam kategori *Good* pada kualitas standard KPI operator. Sedangkan nilai persentase CCR untuk transaksi MOC rata-rata berada di angka 55% yang termasuk dalam kategori *Fair* pada kualitas standard KPI operator karena masih di atas 50%.

Jadi hasil yang didapat setelah implementasi CAMEL adalah sudah memenuhi standard dari keseluruhan operator lokal yang memiliki kerjasama *international roaming* dengan operator *Roaming Partner*. Karena kerjasama ini bukan operator partner utama (*preferred network*) sehingga tidak dilakukan *improvement* untuk mendapatkan hasil pengukuran LUSR dan performansi MOC yang lebih baik lagi.

DAFTAR REFERENSI

- [1] 3GPP2. 2004. "MAP Parameters Signalling Protocols". 3GPP2 X.S0004-550-E Version 1.0.0.
- [2] Anderson, John R., and John Anderson. 2002. *Intelligent Networks: Principles and Applications*. London: IET.
- [3] Christensen, Gerry, Robert Duncan, Paul G. Florack. 2000. *Wireless Intelligent Networking*. Massachusetts: Artech House Publisher.
- [4] Dryburgh, Lee, and Jeff Hewett. 2005. *Signaling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architecture, and Services*. Indianapolis: Cisco Press.
- [5] Henry-Labordère, Arnaud and Vincent Jonack. 2004. *SMS and MMS Interworking in Mobile Networks*. Massachusetts: Artech House Publisher.
- [6] Irmayani, 2023. Implementasi CSFallback International Roaming Pada Jaringan LTE, Jurnal Sinusoda, Vol. 25 No. 2 Juni 2023
- [7] ITU. 2013. *International Mobile Roaming Services: Facilitating Competition and Protecting Users*. Geneva.
- [8] Noldus, Rogier. 2005. *CAMEL: Intelligent Networks for the GSM, GPRS and UMTS Network*. New York: Wiley.
- [9] Nurhamdi, Joehadi, dkk. 2011. *Interconnect & International Roaming Technical Support*. Jakarta: Telkomsel.
- [10] Rizali, Ridho. 2015. "Implementasi dan Analisis Sistem Smart Call Assistant (SCA) dalam Proses Mobile Originating Call (MOC) pada Pelanggan International Roaming Inbound". Skripsi. Universitas Mercu Buana Jakarta.
- [11] Russel, Travis. 1998. *Signalling System #7: Second Edition*. New York: McGraw-Hill Telecommunications.
- [12] Siddiqui, Shahid. 2005. *Roaming in Wireless Networks*. New York: McGraw Hill Professional.
- [13] Thörner, Jan. 1994. *Intelligent Networks*. Michigan: Artech House.
- [14] Wardhana, Lingga dan Nuraksa Makodian. 2010. *Teknologi Wireless Communication dan Wireless Broadband*. Jakarta: Penerbit Andi.