

Analisis Perpindahan Kanal Komunikasi dalam Satu BSC pada Sistem GSM Berdasarkan Data *Drive Test* Menggunakan TEMS *Investigation* 4.1.1

Luluk Arifatul CHALIDA^{#1}, Imam SANTOSO^{#2}, Yuli CHRISTYONO^{#3}

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia*
^{#1}imamstso@undip.ac.id, ^{#2}yuli@undip.ac.id

Abstract - Mobile communications system created to meet the communication needs that can be done anywhere either when user is motionless or moving. To maintain the quality of services in a wide service area, coverage area is divided into smallest geographic units called cells. If the user moves from one area of the cell to another, then it needs an algorithm that guarantees the continuity of communications services. These algorithm is called a handover to a dedicated mode and the cell reselection for idle mode. In observing handoff algorithm, the operator did a drive test using computer and handset, which each had been equipped with special software, and GPS.

This research analyze the problems related to the handoff algorithm, both when in idle mode or dedicated mode, including the causes, processes and things that influence it. Data acquisition is carried out through a drive test using software TEMS Investigations GSM 4.1.1 with routes in the downtown area of Semarang. Drive test held on every Thursday and Sunday for three consecutive weeks starting on August 23, 2009 and each of day divided into three time allocation, ie morning, noon and night. The observed event include: cell reselection, handover, handover (intracell), handover failure and intracell handover failure. In addition Information Element that effected on the event are also observed, path loss criteria and cell reselection criteria for cell reselection, and received power, bit error rate and timing advance for the four other events.

From the analysis is known that the assignment channel is triggered by the Information Element value that reaches a certain threshold value. For cell reselection, the both Information Element having equal influence. Information Element of the most influential for the handover and the handover failure is received power, whereas for two other events the most influential is the received bit error. After the detected value of the Information Element reaches a certain threshold, MSC will instruct the candidate cell to monitor and serving mobile station. Different process going on for handover (intracell), which after the information element value is known at a certain threshold, MS will move to another traffic channel in the same cell. If handover (intracell) was requested but could not be performed then handover based quality is tried the next time (if criterion is still given). When this handover also fails then BS toggles back and tries again a handover (intracell). In this drive test result there are 15 handover failures that may because no available traffic channel in candidate cell. There is only once handover intracell failure happened which may be caused by full traffic in

candidate channel, but no cell reselection failure is found because this event doesn't need traffic channel but only signalling channel.

Keywords - handover, cell reselection, intracell, IE, TEMS

I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi selular yang baik bergerak merupakan sistem yang mampu menjamin kontinuitas hubungan telekomunikasi meskipun pengguna dalam keadaan bergerak (mobile). Setiap BS memiliki daerah jangkauan yang terbatas, sehingga diperlukan suatu algoritma yang mampu menjaga kelangsungan komunikasi ketika pengguna bergerak dari daerah jangkauan BS satu ke BS lain. Algoritma serah-terima ini disebut *handover* untuk *dedicated mode* dan *cell reselection* untuk *idle mode*. Mengingat pentingnya algoritma ini dalam sistem komunikasi bergerak, algoritma ini dijadikan tolak ukur kualitas dari layanan suatu operator telekomunikasi selular.

Masih adanya kegagalan dalam merupakan permasalahan dalam sistem selular ini. Kegagalan tersebut dapat menurunkan kualitas komunikasi bahkan dapat memutuskan komunikasi, sehingga perlu dilakukan analisis mengenai apa saja yang menyebabkan suatu algoritma serah terima daerah jangkauan, tingkat keberhasilan, serta penyebab kegagalan (jika ada). Dari analisis ini dapat diketahui kualitas layanan suatu sistem selular, jika didapati kualitas yang kurang memuaskan hasil ini juga dapat dijadikan acuan dalam memperbaiki kualitas layanan.

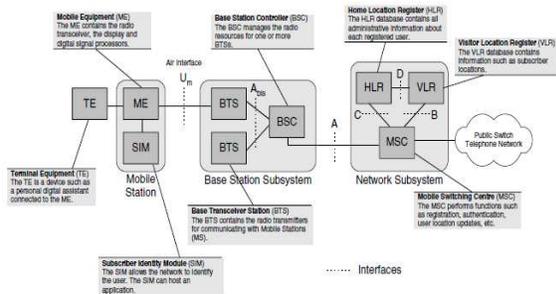
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab, proses, tingkat keberhasilan dan hal-hal menyangkut kegagalan pada algoritma serah-terima pada sistem GSM. Apabila ditemui tingkat kegagalan yang tinggi analisis ini dapat dijadikan acuan dalam memperbaiki kualitas layanan.

Hal-hal yang akan dilakukan dalam penelitian dalam penelitian ini dibatasi pada :

- 1) Data yang digunakan hanya diperoleh saat *drivetest* dengan rute yang tetap.
- 2) Rute yang dilalui mencakup *base station* dalam satu *location area* dan BSC yang sama.
- 3) Pada saat *drive test* hanya melakukan panggilan terhadap nomor yang selalu sama dan memiliki operator yang sama dengan nomor pemanggil.
- 4) Penelitian ini hanya menganalisis lima *event*, yaitu *handover*, *cell reselection*, *handover (intracell)*, *handover failure* dan *handover intracell failure*.

II. PERPINDAHAN KANAL KOMUNIKASI GSM

Global system for mobile communication (GSM) merupakan standar yang diterima secara global untuk komunikasi selular digital. GSM adalah nama group standardisasi yang dimapankan pada tahun 1982 untuk menghasilkan standar telepon bergerak di Eropa, digunakan sebagai formula spesifikasi untuk Pan-Eropa sistem selular radio bergerak yang bekerja pada frekuensi 900 MHz.



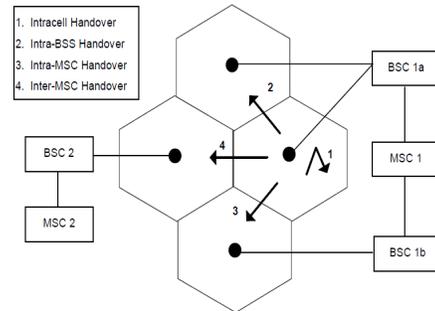
Gambar 1 Arsitektur GSM.

Unsur utama pada arsitektur GSM [3GPP-23.002] ditunjukkan pada Gambar 1. Jaringan GSM terdiri atas tiga sub sistem : *Base Station Subsystem (BSS)*, *Network Subsystem (NSS)*, dan *Operation Subsystem (OSS)*. Jaringan GSM di buat berdasarkan area geografi. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2, area tersebut termasuk sel, area lokasi (Las), area layanan MSC/VLR, dan area lahan public land mobile network (PLMN).

Untuk menjaga kualitas layanan dalam area cakupan yang luas, daerah jangkauan dibagi menjadi unit geografis terkecil yang disebut sel yang masing-masing dilayani oleh sebuah Base Station . Jika pengguna bergerak dari satu area sel ke sel yang lain dibutuhkan suatu algoritma serah-terima layanan yang menjamin kelangsungan komunikasi. Algoritma serah-terima itu disebut dengan *handover* untuk kondisi *dedicated* dan *cell reselection* untuk kondisi *idle*.

Ketika MS bergerak dalam kondisi *idle mode*, kemungkinan terdapat sel lain lebih tepat untuk melayani MS. Oleh karena itu, *cell reselection* dapat dilakukan, dengan syarat MS berada di sebuah sel yang disebut *servicing cell*. Perpindahan ini terjadi jika criteria rugi-rugi redaman lintasan (C1) bernilai negative ($C1 < 0$) atau terdeteksi nilai criteria *cell reselection* (C2) sel lain yang lebih bagus selama 5 detik.

Handover adalah proses pengalihan kanal traffic secara otomatis pada MS yang sedang digunakan untuk berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan.



Gambar 2 Tipe *handover*.

Handover terjadi jika MS menjauhi *servicing cell*, sehingga daya terima dan kualitas terima makin buruk. Parameter dalam *handover* ada tiga, yaitu:

- 1) RxLev

RxLev adalah kuat sinyal penerimaan yang menyatakan besarnya sinyal yang diterima pada sisi penerima (*Mobile Station*).

TABEL 1
PENGOLONGAN RXLEV.

Warna	Rentang Nilai (dBm)	Golongan
●	- 75 s/d 0	Sangat Bagus
●	- 85 s/d - 75	Bagus
●	- 95 s/d - 85	Sedang
●	- 105 s/d - 95	Buruk
●	- 120 s/d - 105	Sangat Buruk

- 2) RxQual

RxQual merupakan tingkat kualitas sinyal penerimaan di *Mobile Station (MS)*, yang merupakan konversi dari nilai BER.

- 3) TA (*Time Advance*)

digunakan untuk mengindikasikan seberapa jauh posisi MS terhadap BS. Yang diukur sebenarnya adalah bayaknya waktu yang diperlukn oleh sinyal untuk melakukan perjalanan dari BS ke MS, dengan kecepatan sinyal dianggap sama dengan cepat rambat cahaya di udara.

TABEL 2
PENGKOLONGAN NILAI RXQUAL

Warna	Rentang Nilai	Golongan
●	6 - 7	Buruk
●	5	Sedang
●	0 - 4	Bagus

TABEL 3
PENGKOLONGAN NILAI TA.

Warna	Rentang Nilai	Golongan
●	> 2	Buruk
●	0 - 2	Bagus

III. PERANCANGAN

Pengambilan data dilakukan melalui proses *drive test* menggunakan perangkat lunak TEMS Investigations 4.1.1 setiap Hari Minggu dan Kamis selama tiga minggu dengan tiga alokasi waktu, yaitu pagi, siang dan malam.



Gambar 3 Perangkat yang digunakan saat *drive test*.

Rute yang digunakan dalam Penelitian ini adalah daerah pusat Kota Semarang, dengan harapan diperoleh daya yang bervariasi. Rute tersebut meliputi: Jl. Dr. Soetomo, Jl. Pemuda, Jl. Gajah Mada, Area Simpang Lima, Jl. Pandanaran, Jl. Veteran, Jl. Kyai Saleh, Jl. Pandanaran, Jl. kyai saleh, Jl. Dr. Kariadi, Jl. Menteri Supeno, Jl. Tri Lomba Juang, Jl. Sriwijaya, Jl. Singosari, Jl. Singosari Raya, Jl. Atmodirono, Jl. Ahmad Yani, Jl. Erlangga, Jl. Hayam Wuruk, Jl. Pahlawan, Jl. K. H. Ahmad Dahlan, Jl. Ahmad yani dan Jl. Ki Mangun Sarkoro. Pada pengambilan data MS diset untuk melakukan panggilan selama 120 detik dan jeda antar panggilan 10 detik.

Penelitian ini menganalisis hal-hal yang berkaitan dengan perpindahan kanal baik pada saat *idle mode* maupun pada saat *dedicated mode*, seperti proses terjadinya, hal yang mempengaruhi dan penyebab terjadinya, serta permasalahan yang ada. Analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak TEMS Investigations GSM 4.1.1 dan Map Info Professional 8.5

IV. ANALISIS PERPINDAHAN KANAL KOMUNIKASI

A. Analisis Pesan pada Layer 3 TEMS Investigation GSM 4.1.1

Pada *layer 3* TEMS Investigations selalu muncul pesan-pesan yang dapat menunjukkan proses terjadinya suatu *event*. Pesan-pesan ini kemunculannya tidak selalu berurutan.

TABEL 4
PESAN PADA LAYER 3 YANG SELALU MUNCUL SAAT CELL RESELECTION.

No.	Pesan Layer 3	Isi Pesan
1.	Synch Channel Information System	informasi tentang <i>carrier</i> , BSIC dan jumlah <i>frame</i> TDMA.
2.	Information Type 1	Pita frekuensi dan kanal yang digunakan, deskripsi kanal sel, dan parameter <i>RACH control</i> .
3.	Information Type 2	Pita frekuensi dan kanal yang digunakan, deskripsi sel tetangga, NCC yang diijinkan, dan parameter <i>RACH control</i> .
4.	Information Type 3	Pita frekuensi dan kanal yang digunakan, parameter untuk <i>cell reselection</i> , <i>location area identification</i> , deskripsi kanal <i>control channel</i> , dan parameter <i>RACH control</i> . Frekuensi band dan jumlah kanal yang digunakan, parameter untuk <i>cell reselection</i> , <i>location area identification</i> , <i>RACH control parameters</i> , dan deskripsi kanal <i>CBCH</i> .
5.	Information Type 4	

Synch Channel Information dikirimkan pada SCH, yang merupakan salah satu dari *Broadcast Channel*. Tujuannya adalah untuk mendukung sinkronisasi MS ke BSS dan dilakukan secara terus-menerus. Sinkronisasi antara BSS dan MS dikendalikan dengan mengumpulkan *Synchronization Channel Information* untuk masing-masing kanal. Pengukuran ini dilakukan pada sisi *downlink* dan berisi *carrier*, BSIC dan TDMA *frame number information*.

System Information Type 1, 2, 3 dan 4 merupakan proses *downlink* yang dibaca dari kanal BCCH (*Broadcast Control Channel*). BCCH berfungsi untuk memberikan informasi umum mengenai sel yang sedang menangani MS (*-serving cell*) dan informasi umum sel-sel tetangga (*neighbour cells*). Pada *System Information Type 1* diberikan informasi mengenai deskripsi kanal sel, sedangkan *System Information Type 2* memberikan informasi yang sama dari sel tetangga yang menjadi kandidat. *System*

Information type 3 dan 4 memberikan informasi nilai *location area identification*, parameter *cell selection/cell reselection*, dan parameter *RACH control*.

TABEL 5
PESAN PADA LAYER 3 YANG SELALU MUNCUL
PADA SAAT HANDOVER.

No	Pesan Layer 3	Isi Pesan
1.	Physical Information	Nilai hasil pengukuran <i>Timing Advance</i> (TA)
2.	Synch Channel Information	Informasi tentang <i>carrier</i> , BSIC dan jumlah <i>frame</i> TDMA.
3.	System Information Type 5	Deskripsi sel tetangga
4.	Measurement Report	Rx_Lev dan Rx_Qual dari <i>servicing carrier</i> dan daftar sel tetangga dengan nilai Rx_Lev Terbaik
5.	System Information Type 6	<i>Location area identification</i> , identitas sel
6.	Handover Command	Deskripsi sel, deskripsi kanal, referensi <i>handover</i> , <i>Power command</i> , indikasi Sinkronisasi, deskripsi saluran sel, <i>channel mode</i> , <i>cell channel description</i> , <i>channel mode 2</i> , <i>frequency channel sequence</i> , <i>mobile allocation</i> dan informasi waktu.
7.	Handover Access	Berisi nilai referensi <i>handover</i>
8.	Handover Complete	Indikasi bahwa <i>handover</i> berhasil

System Information Type 5 yang dikirim pada SACCH (*Slow Associated Control Channel*) oleh jaringan terhadap MS atau *downlink* memberikan informasi tentang alokasi BCCH pada sel tetangga. *System Information Type 6* yang dikirim pada SACCH oleh jaringan ke MS, atau *downlink*, dalam sel yang memberikan informasi identifikasi wilayah lokasi, identitas sel dan berbagai informasi lain.

Pesan *Handover Command* akan dikirim pada DCCH oleh jaringan ke MS atau *downlink* untuk mengubah konfigurasi *dedicated channel*. Pesan *Handover Access* dalam mode acak dalam DCCH utama selama proses *handover* berlangsung. Pesan *Handover Complete* dikirim pada DCCH utama dari MS kepada jaringan untuk mengindikasikan bahwa MS telah berhasil membangun *signaling link* utama.

Pesan *Assignment Command* dikirim oleh jaringan kepada MS dan berisi informasi mengenai ada tidaknya *skip indicator* terhadap *handover (intracell)*, *power level*, tipe kanal, nomor timeslot, nilai ARFCN dan *hopping RF channel*. Jika tidak ada *skip indicator*, maka *skip indicator* akan bernilai 0 dan perintah *handover (intracell)* akan dilanjutkan, untuk keadaan sebaliknya akan bernilai 1 dan tidak akan terjadi *handover (intracell)*. Sedangkan pesan *Assignment Complete* hanya menunjukkan indikasi bahwa *handover (intracell)* telah berhasil.

TABEL 6
PESAN PADA LAYER 3 YANG SELALU MUNCUL PADA SAAT
HANDOVER (INTRACELL).

No.	Pesan Layer 3	Isi Pesan
1.	System Information Type 5	Deskripsi sel Tetangga
2.	Measurement Report	RxLev dan Rx_Qual dari <i>servicing carrier</i> dan daftar sel tetangga dengan nilai RxLev Terbaik
3.	Synch Channel Information	Informasi tentang <i>carrier</i> , BSIC dan jumlah <i>frame</i> TDMA.
4.	Assignment Command	Deskripsi sel dan <i>power level</i>
5.	Assignment Complete	Indikasi bahwa <i>handover (intracell)</i> berhasil

B. Pengaruh Pemilihan Waktu Dan Tempat

Dalam melakukan *drive test* di wilayah pusat Kota Semarang, dilakukan pembagian rute menjadi beberapa sub-rute. Selain itu *drive test* yang dilakukan selama tiga minggu dilakukan setiap Hari Kamis dan Hari Minggu selama tiga minggu berturut-turut, dan dari masing-masing hari dipilih tiga alokasi waktu yaitu pagi, siang, dan malam. Pembagian rute dan pemilihan alokasi waktu dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruhnya terhadap terjadinya *cell reselection* dan *handover*. Selain ketiga hal di atas akan dianalisis pula pengaruh kecepatan pergerakan MS dan beberapa *Information Element* terhadap terjadinya *cell reselection* dan *handover*. Pada analisis pengaruh pemilihan waktu akan dihitung tingkat keberhasilan *handover* dengan persamaan (1).

$$\text{HOSR} = \frac{(\text{total HO sukses})}{(\text{total HO})} \times 100\% \quad \dots(1)$$

C. Pengaruh Hari Kerja Dan Hari Libur

Pembedaan pengambilan data pada saat hari kerja dan hari libur dilakukan untuk mengetahui pengaruh adanya kedua hari tersebut terhadap terjadinya *handover* dan *cell reselection*. Hari kerja diwakili dengan Hari Kamis sedangkan hari libur diwakili Hari Minggu,

Berdasarkan nilai HOSR pada Tabel 4.7 tampak bahwa nilai HOSR terbesar terjadi pada 30 Agustus 2008 yang merupakan Hari Kamis atau hari kerja, sedangkan nilai HOSR terkecil terjadi pada 10 September 2009 yang merupakan Kamis atau hari kerja. Nilai HOSR yang semakin mendekati nilai 100% menandakan kualitas layanan jaringan yang semakin baik. Akan tetapi menurut standar performansi BTS GSM yang baik nilai HOSR adalah $\geq 99\%$, berarti semua

HOSR pada Tabel 4.3 telah memenuhi standar performansi BTS GSM yang baik

TABEL 7
DATA DRIVE TEST BERDASARKAN PEMILIHAN HARI KERJA DAN HARI LIBUR.

Event	Jumlah					
	Minggu I		Minggu II		Minggu III	
	23/8	27/8	30/8	03/9	06/9	10/9
Cell Reselection	23	19	8	12	15	14
Handover	222	233	236	246	230	216
Handover Failure	2	1	1	1	5	5
Intracell Handover	27	22	27	20	42	9
Handover Intracell failure	0	0	0	1	0	0
HOSR (%)	99,20	99,61	99,62	99,25	99,20	97,83

E.

Pada Hari Kamis Tanggal 3 September 2009 memiliki nilai HOSR yang lebih kecil dibanding pada Hari Minggu Tanggal 30 Agustus 2009, akan tetapi hal sebaliknya terjadi pada minggu pertama hal ini disebabkan terjadinya *handover* lebih sedikit dibanding pada Hari Kamis sehingga meskipun memiliki jumlah kesalahan yang hampir sama akan menghasilkan nilai HOSR yang lebih kecil.

D. Pengaruh Alokasi Waktu

Dalam pengambilan data dilakukan dengan pembagian tiga alokasi waktu, yaitu pagi antara pukul 09.00-13.00 WIB, siang antara pukul 15.00-17.00 WIB, dan malam antara pukul 20.00-24.00 WIB. Pemilihan tiga alokasi ini dimaksudkan untuk mengetahui adanya pengaruh jam sibuk atau jam kerja yang diwakili oleh pengambilan data pada pagi hari, waktu peralihan yang diwakili oleh pengambilan data pada siang hari dan waktu lengang atau tidak sibuk di malam hari.

Berdasarkan data pada Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa umumnya pada alokasi waktu pagi hari memiliki nilai HOSR yang lebih kecil dibanding pada siang dan malam hari, hal ini tentu saja disebabkan karena waktu pengambilan data yang dilakukan merupakan jam sibuk. Akan tetapi pengecualian terjadi pada pengambilan data Tanggal 3 dan 6 September 2009. Pada Tanggal 3 September 2009 nilai HOSR terkecil terjadi di siang hari, sedangkan untuk Tanggal 6 September 2009 terjadi di malam hari, akan tetapi semua nilai HOSR masih memenuhi standar performansi BTS GSM, perbedaan nilai yang terjadi kemungkinan besar disebabkan oleh kepadatan trafik yang kurang dapat diprediksi secara tepat kapan berada di level tertinggi dan terendah..

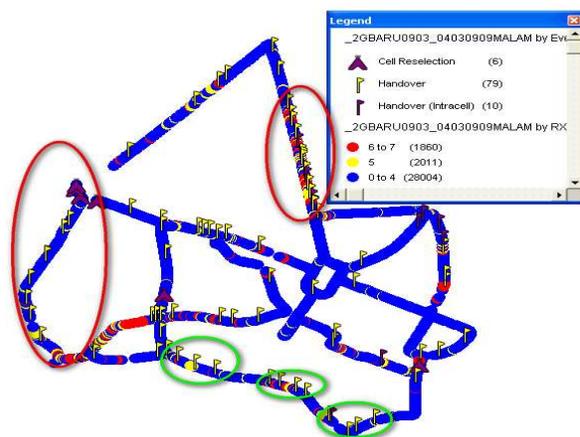
TABEL 8
DATA TERJADINYA HANDOVER DAN CELL RESELECTION BERDASARKAN ALOKASI WAKTU.

Tanggal	Waktu	Banyaknya Kejadian				HOSR	
		C R	HO	HOF	HI		HIF
27/08/09	M	5	60	0	8	0	100%
	P	3	78	1	15	0	98.94%
30/8/209	S	1	79	0	6	0	100%
	M	4	79	0	6	0	100%
3/9/2009	P	3	93	0	5	1	98.99%
	S	3	74	1	5	0	98.75%
6/9/2009	M	6	79	0	10	0	100%
	P	4	83	1	19	0	99.03%
10/9/2009	S	6	77	0	15	0	100%
	M	5	70	4	8	0	95.12%
9	P	6	80	4	4	0	95.45%
	S	6	71	0	2	0	100%
	M	2	65	1	3	0	98.55%

E. Faktor Pembagian Sub-Rute

Dalam pengambilan data untuk Penelitian ini dilakukan pembagian rute *dive test* menjadi empat sub-rute. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir terjadinya pengambilan data di suatu titik secara berulang-ulang.

Panjang sub-rute dapat diukur dengan menggunakan *tool:ruler* pada Map Info Professional 8.5 yang diukur dengan satuan mil. Dengan *tool* tersebut diketahui bahwa sub-rute terpanjang adalah sub-rute 1 dengan panjang 4,457 mil. Untuk sub-rute 2,3 dan 4 berturut-turut panjangnya 2,650 mil, 3.868 mil dan 1,779 mil.



Gambar 4 Lokasi di tiap sub-rute yang sering terjadi *handover*.

Pada Gambar 5 lokasi yang sering terjadi *handover* ditandai dengan lingkaran berwarna merah untuk lokasi yang termasuk sub-rute 1 dan warna hijau untuk lokasi yang termasuk sub-rute 3. Untuk sub-rute 2 dan sub-rute 3 tidak ada yang diberi tanda lingkaran, sebab tidak terdapat lokasi yang banyak terjadi *handover*. Pada sub-

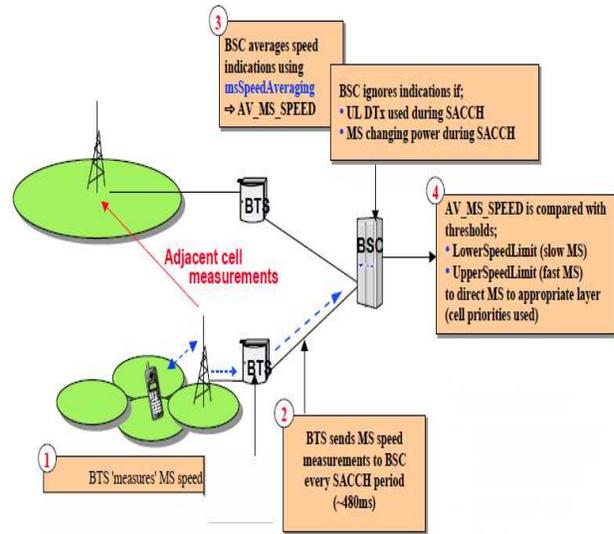
rute 1 lokasi yang sering terjadi *handover* adalah sepanjang Jl. Dr. Soetomo dan Jl. Gajah Mada, sedangkan pada sub-rute 4 adalah sepanjang Jl. Sriwijaya. Keempat lokasi tersebut selalu menjadi titik dimana *handover* sering terjadi pada setiap *drive test*.

Panjang rute yang dilalui dalam *drive test* memungkinkan untuk terjadi lebih banyak *event* karena akan lebih banyak panggilan, akan tetapi terjadinya *handover* tidak dipengaruhi oleh panjang rute yang dilalui. Jika terjadinya *handover* disebabkan oleh adanya kepadatan trafik, maka titik terjadinya *handover* tersebut tidak akan berulang-ulang untuk setiap pengambilan data karena kepadatan trafik tidak mungkin selalu sama pada setiap waktu. Jika suatu lokasi sering terjadi *handover* dapat disimpulkan bahwa lokasi tersebut merupakan perpotongan daerah jangkauan dua sel atau biasa disebut dengan daerah *handover*.

F. Faktor Kecepatan Pergerakan MS

Pada BTS GSM terdapat suatu parameter yang berfungsi untuk mendeteksi kecepatan pergerakan MS dan di dalam BSC terdapat nilai ambang kecepatan MS. Hasil pengukuran BTS akan dilaporkan kepada BSC pada setiap SACCH. Selanjutnya BSC akan merata-rata kecepatan MS. Jika kecepatan melebihi nilai ambang yang dimiliki BSC, pergerakan MS akan digolongkan ke dalam *fast moving MS* dan jika sama atau kurang dari nilai ambang akan digolongkan dalam *slow moving MS*. Penggolongan ini selanjutnya akan menentukan apakah MS dilayani oleh sel makro atau sel mikro. MS yang bergerak cepat (*fast moving MS*) akan dilayani oleh sel makro, sedangkan MS yang bergerak lambat (*slow moving MS*) akan dilayani oleh sel mikro. Penentuan ini terjadi secara otomatis karena setelan pada BSC. Setelan yang demikian diberlakukan untuk meningkatkan kapasitas jaringan selular. Pelayanan MS bergerak cepat (*fast moving MS*) dilakukan oleh makro sel untuk mengurangi terjadinya *handover*, sebab *handover* selalu memiliki resiko gagal.

Dari kecepatan yang diketahui, dapat diketahui pula jarak MS dari *-serving cell*. Posisi MS terhadap *-serving cell* diketahui dari jumlah SACCH blok yang dikirim oleh MS. Pengiriman satu SACCH blok membutuhkan waktu 0,48 detik. Dari jarak MS terhadap *-serving cell*, BSC akan mempertimbangkan apakah MS perlu melakukan *handover* atau tidak.



Gambar 4. Proses pendeteksian kecepatan pergerakan MS.

Contoh perhitungan:

- Jumlah SACCH blok = 40
Kecepatan MS = 80 km/jam
Posisi MS = (40 x 0,48 detik) x 80 km/jam = (19,2 detik) x 0,0222 km/detik = 0,427 km (MS berada 0,32 meter dari *-serving cell*)
- Jumlah SACCH blok = 40
Kecepatan MS = 40 km/jam
Posisi MS = (40 x 0,48 detik) x 40 km/jam = (19,2 detik) x 0,0111 km/detik = 0,213 km (MS berada 0,213 meter dari *-serving cell*)

G. Analisis Information Element dalam Perpindahan Sel

MS yang sedang dalam keadaan aktif akan selalu melakukan pengukuran terhadap jaringan setiap 480 ms. Pengukuran tersebut meliputi berbagai IE (*Information Element*) yang merupakan mempengaruhi kinerja sistem komunikasi yang digunakan, dalam hal ini GSM. Untuk mengetahui nilai masing-masing IE (*Information Element*) dapat diamati pada *window:Line Chart* pada TEMS Investigations GSM 4.1.1. Pengamatan dapat dilakukan sebelum, pada saat dan setelah *event* terjadi.

H. Pengaruh Informaton Element (IE) terhadap Cell Reselection

C1 merupakan parameter untuk *cell selection*, sedangkan C2 merupakan parameter untuk *cell reselection*, akan tetapi C1 dapat digunakan juga sebagai parameter *cell reselection* jika C2 tidak memungkinkan. C1 merupakan kriteria redaman lintasan (*path loss criterion*) yang muncul pada saat *idle mode* dan dapat diperoleh dari persamaan berikut.

$$C1 = RXLEV - RXLEV_ACCESS_MIN - \text{Max}(0, MS_TXPWR_MAX_CCH - P) \dots(4)$$

Setelah diamati pada *System Information Type 3* S_TXPWR_MAX_CCH selalu bernilai 5 atau 33 dBm untuk pita 900 dan 0 atau 30 dBm untuk pita 1800. Untuk dapat menentukan kelas MS nilai dalam dBm harus diubah terlebih dahulu ke dalam satuan watt (W).

Untuk GSM 900:
 $P \text{ (mW)} = 10^{\frac{33}{10}}$
 $\approx 10^{3.3}$
 $= 1995.26 \text{ mW} \approx 2 \text{ W}$

Untuk DCS 1800:
 $P \text{ (mW)} = 10^{\frac{30}{10}}$
 $= 10^3$
 $= 1000 \text{ mW} = 1 \text{ W}$

Daya pancar maksimum senilai 2 Watt dimiliki oleh MS GSM 900 kelas 4, sedangkan daya pancar maksimum 1Watt dimiliki oleh MS GSM 1800 kelas 1. Berarti MS yang digunakan selama *drive test* merupakan MS GSM *dual frekuensi* 900 kelas 4/ 1800 kelas 1.

C2 disebut dengan criteria *cell reselection* yang nilainya tergantung dari nilai *timer* T. Perhitungan T dimulai pada masing-masing sel sesaat setelah suatu sel masuk dalam daftar enam sel tetangga dengan terkuat. T akan kembali ke nol (*reset*) ketika sel tadi keluar dari daftar. Nilai C2 dapat dihitung dari persamaan:

- untuk PENALTY_TIME = 31
 $C2 = C1 - \text{CELL_RESELECT_OFFSET} \dots(5)$

- untuk PENALTY_TIME < 31
 $C2 = C1 + \text{CELL_RESELECT_OFFSET} - \text{TEMPORARY_OFFSET} \dots(6)$

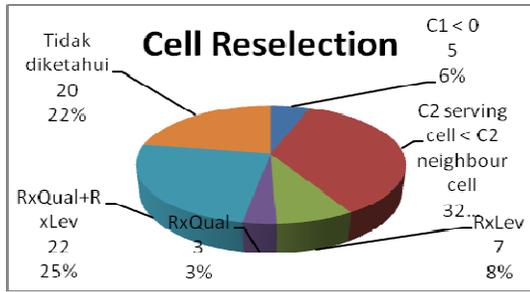
- untuk PENALTY_TIME > 31
 $C2 = C1 + \text{CELL_RESELECT_OFFSET} \dots(7)$

TABEL 9
NILAI IE UNTUK CELL RESELECTION.

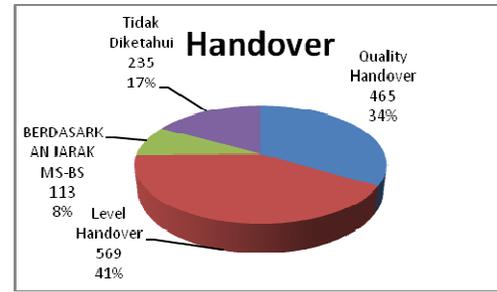
Tanggal	Alokasi	Sub rute	Waktu	C1		C2		
				Sb	Sd	Sb	Sd	
23/08/09	Malam	3	22:02:01	-5	26	15	26	
			22:02:14	24	-2	24	26	
			22:02:23	-2	-	26	-	
			22:02:34	-	31	-	31	
			22:02:52	32	-	32	-	
	Siang	4	3	22:14:13	28	20	28	36
				16:55:45	14	19	14	21
				16:55:59	14	28	16	28
				16:56:17	16	30	20	32
				Pagi	4	2	11:35:46	11
18:37:12	16	-	16				-	
27/08/09	Siang	3	18:38:20	13	16	13	18	
			18:49:44	7	19	15	21	
			18:50:11	16	14	18	22	
	Malam	4	2	18:50:30	16	-2	24	22
				18:50:38	-2	16	22	24
				18:51:17	15	25	23	27

Dari hasil *drive test* diperoleh data terjadinya *cell reselection* sebanyak 89 kali. Berdasarkan pengamatan pada *Presentation: Serving + Neighbour [MS 1]* penyebab terjadinya *cell reselection* tersebut antara lain

- 1) C1 < 0 (5 kali).
- 2) C2 *-serving cell* < C2 *neighbour cell* selama ± 5 detik (32 kali).
- 3) Sebab-sebab lain karena nilai C1 dan C2 belum muncul di layar TEMS Investigations GSM 4.1.1,
 - a) Nilai *RxLevel* yang sangat rendah atau MS mendeteksi nilai *RxLev* sel lain yang lebih tinggi (7 kali).
 - b) Nilai *RxQual* yang tinggi disertai nilai *RxLevel* yang sangat rendah atau MS mendeteksi nilai yang lebih baik kedua parameter ini dari sel lain (22 kali).
 - c) Nilai *RxQual* yang terlalu tinggi atau MS mendeteksi nilai *RxQual* sel lain yang lebih rendah (3 kali).
- 4) Tidak diketahui (20 kali)



Gambar 7 Diagram persentase terjadinya cell reselection berdasarkan penyebabnya.



Gambar 8. Diagram distribusi handover menurut IE yang menyebabkan.

Selain *cell reselection* yang telah disebutkan penyebabnya, ada 20 kali terjadinya *cell reselection* yang tidak diketahui penyebab terjadinya, hal ini dikarenakan tidak satupun parameter yang muncul nilainya. Terjadinya *cell reselection* selama pengambilan data dapat dikelompokkan menurut penyebabnya seperti diagram pada Gambar 7.

I. Pengaruh Informaton Element (IE) Terhadap Handover

Dari pengamatan terhadap nilai RxLev *neighbour cells* ternyata terdapat sel lain yang memiliki nilai RxLev lebih baik dari *serving cell*. Selain ketiga IE di atas, terdapat IE lain yang juga berpengaruh terhadap terjadinya *handover*, yaitu daya pancar MS (MS TxPower (dBm)). Dari pengamatan terjadinya 1382 kali *handover* karena kondisi keempat IE (RxLev, RxQual, TA, dan MS TxPower (dBm)), *handover* dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

- 1) *Handover* berdasarkan kualitas, peristiwa ini terjadi jika memenuhi tiga kondisi berikut:
 - RxQual tidak berada pada rentang nilai yang baik (tinggi).
 - RxLev berada pada rentang nilai yang baik (rendah) atau terdapat RxLev *neighbour* lebih baik dari RxLev *serving cell*.
 - Daya pancar MS mendekati daya pancar ma *Handover* berdasarkan level terima yang terjadi jika memenuhi dua kondisi berikut:
 - RxLev tidak berada pada rentang nilai yang baik (rendah) atau terdapat RxLev *neighbour* lebih baik dari RxLev *serving cell*.
 - Daya pancar MS Mendekati daya pancar maksimumnya.
- 2) *Handover* berdasarkan level terima yang terjadi jika memenuhi dua kondisi berikut:
- 3) RxLev tidak berada pada rentang nilai yang baik (rendah) atau terdapat RxLev *neighbour* lebih baik dari RxLev *serving cell*.

- 4) Daya pancar MS mendekati daya pancar maksimumnya.
- 5) *Handover* berdasarkan jarak pemancar-penerima. Merupakan *handover* yang terjadi karena nilai TA yang terlalu tinggi.

J. Pengaruh Informaton Element (IE) terhadap Handover (Intracell)

Dari hasil pengamatan terlihat bahwa, kebanyakan *handover (intracell)* muncul setelah nilai RxQual tidak berada pada rentang nilai yang tergolong bagus atau RxQual > 4, dengan nilai RxLev dan TA berada pada nilai yang memiliki kategori bagus atau RxLev yang dimiliki oleh *serving cell* adalah yang terbaik.

Pada data *drive test* terdapat *handover (intracell)* yang muncul ketika nilai RxQual tergolong bagus. Setelah diamati terdapat ketidaksesuaian konversi nilai BER menjadi RxQual. Seperti contoh untuk kejadian Tanggal 23 Agustus pukul 17:14:32 nilai BER sebesar 2.6 % akan tetapi nilai RxQual yang muncul adalah 0, padahal menurut tabel standar konversi nilai BER ke RxQual seharusnya nilai yang muncul adalah 4.

TABEL 10
PERPINDAHAN SELAMA HANDOVER (INTRACELL).

Waktu	Perpindahan	Dari	Ke
	Time slot	6	2
10:14:09	Type channel	TCH/H + ACCHs	TCH/F + FACCH/ F dan SACCH/F
	Sub Channel number	1	-
	Time slot	4	7
10:15:33	Type channel	TCH/H + ACCHs	TCH/F + FACCH/ F dan SACCH/F
	Sub Channel number	0	-
	Time slot	2	6
10:16:03	Type channel	TCH/H + ACCHs	TCH/F + FACCH/ F dan SACCH/F
	Sub Channel number	1	-

Handover (intracell) merupakan perpindahan yang bervariasi dan tidak tentu. Dari data pada Penelitian ini diketahui bahwa yang dapat berubah pada saat *handover (intracell)* antara lain *time slot*, *type channel*, *sub channel number*, MAIO (*Mobile Allocation Index Offset*) dan HSN (*Hopping Sequence Number*). Pada sistem GSM 1 *frame* terdiri dari 8 *time slot*, saat *handover (intracell)* perpindahan dapat terjadi antar *time slot*. Angka yang ditunjukkan pada Tabel 10 saat perpindahan *time slot* merupakan nomor *time slot*. Untuk perpindahan *type channel*, hanya terjadi antara [TCH/H + ACCHs] dan [TCH/F + FACCH/F dan SACCH/F]. Tanda /F menunjukkan *full rate*, sedangkan tanda /H menunjukkan *half rate*.

K. Permasalahan Dalam Perpindahan Sel

Selama pengambilan data terjadi 15 kali *handover failure*, dan semuanya tidak terjadi berturut-turut. Kebanyakan terjadi satu kali dalam satu sub-rute tapi ada pula yang terjadi dua kali dalam satu sub-rute. Melihat frekuensi terjadinya kegagalan tersebut dapat disimpulkan bahwa *handover failure* tidak mungkin disebabkan oleh kerusakan perangkat keras.

Ketika diamati menggunakan *Current Channel [MS 1]*, sel yang akan menjadi target *handover* telah dikenali sehingga kegagalan juga tidak mungkin disebabkan oleh *Neighbouring cell relation*. Penyebab kegagalan yang terjadi selama pengambilan data kemungkinan disebabkan kepadatan trafik yang tinggi atau interferensi yang tinggi pada sel kandidat. Ketika kegagalan muncul MS akan kembali ke *-serving cell* sebelumnya dan mencari sel kandidat lain. Untuk menghindari terjadinya kegagalan kembali sel kandidat yang menyebabkan *handover failure* akan dihapus dari data *adjacent cell*.

Selama pengambilan data hanya terjadi satu kali *handover intracell failure*, yaitu pada Tanggal 3 September 2009-pagi pukul 12:57:27 di sub-rute 4. Setelah diamati ternyata kanal kandidat memiliki nilai RxQual yang buruk yaitu 7 yang merupakan nilai paling buruk dalam rentang nilai RxQual, dengan BER yang sangat tinggi yakni 16,9%. Tingginya nilai BER dimungkinkan karena tingginya tingkat interferensi pada kanal kandidat, tetapi jika kanal kandidat tetap memiliki RxQual yang buruk akan terjadi *handover (intracell)* kembali tetapi tidak memperbaiki performansi.

V. PENUTUP

Mobile station selalu melakukan pengukuran daya terima dari sel-sel GSM yang ada di sekitarnya, dan ketika *mobile station* bergerak menjauhi *-serving cell* dan mendekati sel yang lain hingga tercatat daya terima sel lain yang lebih kuat maka akan terjadi perpindahan sel ke sel baru dengan daya terima yang lebih baik.

Cell reselection terjadi jika nilai kriteria redaman lintasan bernilai negatif selama kurang lebih lima detik atau kriteria *cell reselection* sel lain yang lebih baik, selanjutnya BSC akan memerintah kanal kandidat untuk mengambil alih MS.

Ketika terdeteksi suatu pemicu *handover*, BSC akan memerintah sel kandidat untuk menyediakan kanal trafik, jika telah tersedia BSC akan memerintah sel kandidat untuk mengambil alih pelayanan MS dari *-serving cell*.

Adanya pemilihan hari kerja dan hari libur pada Penelitian ini kurang mempengaruhi *handover success rate*, terbukti dengan adanya nilai HOSR yang hampir sama untuk setiap pemilihan hari.

Pemilihan tiga alokasi waktu pagi, siang dan malam berpengaruh terhadap HOSR dengan nilai tertinggi adalah pada malam hari, yakni hampir selalu 100% karena pada waktu ini kemungkinan daerah di seputar rute *drive test* memiliki kepadatan trafik yang rendah dibanding dua alokasi waktu yang lain.

Terjadinya perubahan kecepatan yang melewati suatu nilai ambang pada BSC akan menyebabkan terjadinya *handover* karena MS dengan kecepatan tinggi harus dilayani oleh sel makro sedangkan mobil dengan kecepatan rendah dilayani oleh sel mikro.

Information Element yang menyebabkan terjadinya *cell reselection* adalah kriteria redaman lintasan dan kriteria *cell reselection*, keduanya memiliki pengaruh yang sama besar. *Information Element* yang menyebabkan terjadinya *handover* adalah RxLev, RxQual dan TA, akan tetapi yang paling berpengaruh terhadap *handover* adalah RxLev. IE yang menyebabkan terjadinya *handover (intracell)* adalah RxQual.

Selama pengambilan data terjadi 15 kali *handover failure* yang kemungkinan disebabkan oleh interferensi atau pelemahan, penyebab yang sama juga menimbulkan adanya *handover intracell failure* sebanyak satu kali.

Dalam mengamati perpindahan kanal komunikasi hendaknya pada saat *drive test* menggunakan *handset* lebih dari dua buah untuk dapat mengamati alokasi waktu yang sama untuk kondisi *idle* maupun *dedicated*, sehingga diperoleh data yang sama lengkap untuk kedua kondisi tersebut dan memudahkan dalam analisis.

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan memilih rute pengambilan data yang memuat sel dengan MSC yang berbeda, sehingga kemungkinan diperoleh perpindahan kanal komunikasi yang lebih kompleks.

Penelitian ini dapat pula dikembangkan dengan melakukan panggilan antar operator atau antar sistem komunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eberspacher, J and friends. 2009. *GSM – Architecture, Protocols and Services Third Edition*. John Wiley & Sons.
- [2] Freeman, Roger L. 1998. *Telecommunications, Transmission Handbook*. John Wiley & Sons Inc.
- [3] Gairola, Shailendra. 2007. *TEMS Investigation (GSM)*. ADA Cellworks.
- [4] Ghassemlooy, Z., *Part IV- Propagation Characteristics Multi-path Propagation – Fading*, www.shu.ac.uk/ocr, 2003.
- [5] Goksel, Somer. 2003. *Log File Analysis in GSM*.
- [6] Mishra, Ajay R., *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation 2G/2.5G/3G...Evolution to 4G*, John Wiley & Sons Ltd-England, 2007
- [7] Rappaport, Theodore S. 1996. *Wireless Communications : Principles&Practices*. Prentice-Hall Inc.
- [8] ----. 2009. *FER, RxQual, and DTX DL Rate Measurements in TEMS Investigation*. Ascom.
- [9] ----, *Design of Radio Cell*, Siemens Training Center for Communication Network.
- [10] ----. *Pengenalan TEMS*. 2009. (<http://www.global-siner-gi.com/Pengenalan-TEMS.htm>, diakses 7 Agustus 2009).
- [11] Zeit, Adam. 2002. *Sony Ericsson T68 Mobile Phone Review*. (<http://the-gadgeteer.com/Sony Ericsson T68 Mobile Phone Review – The Gadgeteer.htm>, diakses 27 Oktober 2009).