

**PENINGKATAN JUMLAH KANAL DENGAN  
TEKNOLOGI ADAPTIVE MULTI RATE (AMR)**

Oleh :  
Suraidi

TESIS  
DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN DARI  
PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH GELAR  
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO



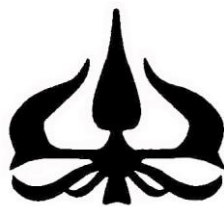
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS TRISAKTI

2007

**PENINGKATAN JUMLAH KANAL DENGAN  
TEKNOLOGI ADAPTIVE MULTI RATE (AMR)**

**Oleh :  
Suraidi**

**TESIS  
DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN DARI  
PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH GELAR  
MAGISTER TEKNIK ELEKTRO**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS TRISAKTI**


**2007**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS TRISAKTI**

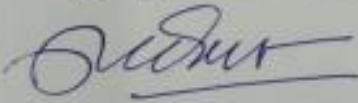
**TANDA PERSETUJUAN TESIS**

NAMA : Suraidi  
NIM : 161980013  
NIRM : 983116010760012  
KONSENTRASI : TEKNIK KOMUNIKASI ELEKTRONIKA  
JUDUL TESIS : Peningkatan Jumlah Kanal dengan Teknologi Adaptive  
Multi Rate (AMR)

**PANITIA UJIAN**

Tanggal \_\_\_\_\_ KETUA : Dr. Ir.  Handra S., M.Eng. Sc

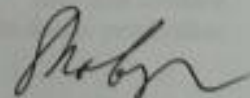
Tanggal \_\_\_\_\_ ANGGOTA : Prof. Ir.  Samuel. H. T., MSc

Tanggal \_\_\_\_\_ ANGGOTA : Dr. Ir.  Indra Surjati., MT

Telah disetujui dan diterima untuk memenuhi sebagian dari persyaratan guna memperoleh gelar Magister Teknik Elektro

Jakarta, \_\_\_\_\_

**PROGRAM PASCASARJANA**  
Direktur,



Prof. Dr. Thoby Mutis

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala bimbingan, rahmat dan perlindungan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis yang berjudul Peningkatan Jumlah Kanal dengan Teknologi Adaptive Multi Rate (AMR) ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan studi di Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana Universitas Trisakti.

Dengan selesainya tesis ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Dr. Tjandra Susila selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan dorongan dalam penyusunan tesis ini.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Dr. Indra Surjati, yang telah memberikan dorongan moril dan masukan dalam penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih pula kepada Bapak Direktur Program Pascasarjana Universitas Trisakti serta seluruh tenaga pengajar Program Studi Magister Teknik Elektro serta Bapak Arie Nuriadi., ST., MT dari Telkomsel atas bantuan dan informasi untuk penyelesaian tesis ini.

Tidak lupa penulis mengucap syukur dan terima kasih atas dorongan moral dari orang tuaku Bapak dan Ibu Lim Hok Seng, Bapak dan Ibu Gunawan, istriku Yolanda Gunawan dan anakku Michelle Angelee tercinta.

Terima kasih juga kepada Rekan R.Deiny M. W., MT dan rekan – rekan yang lain atas bantuan dan dorongan semangat dalam penyusunan tesis ini.

Meskipun penulis sudah berusaha sebaik – baiknya dalam menyelesaikan tesis ini, penulis menyadari bahwa tesis ini belum sempurna dan untuk itu penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan tesis ini.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi mereka yang membutuhkannya.

## DAFTAR ISI

BAB	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR ISTILAH .....	xvii
ABSTRACT .....	xxiv
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Penelitian .....	1
B. Perumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Sistematika Penulisan .....	3
II. KERANGKA TEORITIS .....	5
A. Network Nodes .....	5
1. Operation and Support System (OSS) .....	6
2. Switching System (SS) .....	6
3. Base Station System .....	7
4. Mobile Station (MS) .....	8
B. Air Interface .....	8
1. Alokasi Frekuensi .....	8

2. Konsep Kanal .....	9
3. Bursts dan Frames .....	10
C. Trafik .....	11
1. Grade of Service (GoS) .....	11
2. Probabilitas Drop Call .....	11
D. Cellular Network Key Performance Indicators (KPIs) .....	12
1. Speech KPIs .....	12
1.1 Mean Opinion Score (MOS) .....	13
1.2 Bit Error Rate (BER) .....	14
1.3 Frame Erasure Rate (FER) .....	14
1.4 Dropped Call Rate (DCR) .....	15
1.5 Call Success Rate (CSR) dan Handover Success Rate (HSR) ...	17
1.6 Speech Quality Index .....	17
E. Adaptive Multi Rate .....	18
1. Operasi Dasar AMR .....	19
2. Adaptive Multi Rate (AMR) Speech Codec .....	21
2.1 Speech Coding Path pada Sistem GSM .....	25
2.2 Transcoder AMR .....	26
3. Channel Coding .....	26
4. Link Adaptation dan In-Band Signaling .....	27
5. Performansi AMR .....	28
6. Coverage .....	31
F. Format Muatan pada AMR .....	32

1. Struktur Muatan (Payload) .....	32
a. Payload Header .....	32
b. Payload Table of Contents (ToC) .....	32
c. Speech Data .....	33
2. Contoh Muatan .....	33
a. Single Channel Payload Carrying a Single Frame .....	34
b. Single Channel Payload Carrying Multiple Frame .....	34
c. Multi Channel Payload Carrying Multiple Frame .....	35
III METODOLOGI PENELITIAN .....	37
A. Rancangan Penelitian .....	37
B. Parameter Setting .....	37
1. Transcoder Configuration .....	38
2. DHA Setting .....	38
3. DYMA Setting .....	39
4. AMR Power Control .....	39
5. AMR Intracell Handover Setting .....	40
6. AMR Urgency Handover Parameter .....	40
7. BSC Parameter .....	41
C. Test Dasar AMR .....	41
D. Functionality Test .....	42
E. Drive Test .....	43
F. Network Statistic (NWS) .....	43
G. Konfigurasi Ulang .....	43



IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	44
A. Deskripsi Objek Penelitian .....	44
B. Hasil Test Dasar AMR .....	44
1. AMR dan non AMR profiles .....	44
2. AMR dan non AMR SQI .....	48
3. Pemakaian AMR Codec Mode .....	51
4. AMR dan non AMR FER .....	52
5. Test Non AMR Mobile .....	55
6. Test Handover .....	55
7. AMR dan non AMR SQI pada interference tinggi .....	60
8. Pemakaian AMR Codec Mode pada interference tinggi .....	62
9. AMR dan non AMR FER pada interference tinggi .....	62
C. Functionality Test .....	64
D. Hasil Drive Test .....	66
E. Network Statistic .....	72
F. Konfigurasi Ulang .....	87
G. Analisis .....	95
1. Konfigurasi <i>Transcoder</i> .....	95
2. Analisis Test antara Laboratorium dan Lapangan .....	95
3. Analisis Pengambilan Data .....	97
4. Analisis Data .....	97

5. Throughput .....	99
6. Pembuatan Program Tabel Erlang B .....	99
7. Perkiraan Keuntungan Perusahaan .....	99
V KESIMPULAN DAN SARAN .....	100
A. Kesimpulan .....	100
B. Saran .....	101
DAFTAR PUSTAKA .....	102

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Pengalokasian Frekuensi GSM 1800 .....	9
2.2. Hubungan antara RXQUAL dan BER .....	14
2.3 Nilai SQI .....	18
2.4 Jenis Mode pada AMR .....	21
2.5 Codec Mode pada AMR-FR .....	23
2.6 Codec Mode pada AMR-HR .....	24
2.7 Codec Mode pada AMR-FR .....	24
2.8 Codec Mode pada AMR-HR .....	24
3.1 Konfigurasi Transcoder sebelum Aktifasi AMR .....	38
3.2 Konfigurasi Transcoder setelah Aktifasi AMR .....	38
3.3 DHA Setting .....	38
3.4 Setting DYMA .....	39
3.5 Setting Power Control AMR .....	40
3.6 Setting AMR Intracell Handover .....	40
3.7 Setting AMR Urgency Handover .....	40
3.8 Setting untuk AMR BSC .....	41
4.1 AMR FR Codec Set 2 .....	44
4.2 Nilai Threshold dan Hysteresis .....	45
4.3 AMR HR Codec Set 2 .....	45

4.4 Nilai Threshold dan Hysteresis .....	46
4.5 AMR FR SQI .....	49
4.6 AMR HR SQI .....	49
4.7 EFR SQI .....	49
4.8 FR SQI .....	49
4.9 HR SQI .....	49
4.10 Pemakaian AMR FR Codec Mode .....	51
4.11 Pemakaian AMR HR Codec Mode .....	51
4.12 FER pada AMR FR .....	53
4.13 FER pada AMR HR .....	53
4.14 FER pada EFR .....	53
4.15 FER pada FR .....	53
4.16 FER pada HR .....	54
4.17 SQI pada AMR FR .....	60
4.18 SQI pada AMR HR .....	60
4.19 SQI pada EFR .....	61
4.20 SQI pada FR .....	61
4.21 SQI pada HR .....	61
4.22 Pemakaian AMR FR Codec Mode .....	62
4.23 Pemakaian AMR HR Codec Mode .....	62
4.24 FER pada AMR FR .....	63
4.25 FER pada AMR HR .....	63
4.26 FER pada EFR .....	63

4.27 FER pada FR .....	63
4.28 FER pada HR .....	64
4.29 Test SMS .....	64
4.30 Test Calling .....	64
4.31 Test Handover .....	65
4.32 SQI untuk non AMR Mobile .....	66
4.33 SQI untuk AMR mobile .....	67
4.34 FER untuk non AMR Mobile .....	68
4.35 FER untuk AMR Mobile .....	69
4.36 Pemakaian Speech Code untuk non AMR Mobile .....	70
4.37 Pemakaian Speech Code untuk AMR Mobile .....	71
4.38 Pemakaian Codec Mode untuk AMR FR .....	71
4.39 Pemakaian Codec Mode untuk AMR HR .....	72
4.40 Accessibility dan Retainability untuk AMR dan non AMR Mobile .....	72
4.41 Accessibility dan Retainability untuk AMR dan non AMR Mobile pada daerah perbatasan .....	72
4.42 Performansi Handover Total .....	78
4.43 Jumlah Transcoder yang Dibutuhkan (Perkiraan) .....	87
4.44 Konfigurasi Transcoder .....	87
4.45 Konfigurasi Final .....	94
4.46 Konfigurasi <i>Transcoder</i> .....	95
4.47 Perbandingan Jenis Test .....	96
4.48 Perbedaan Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR .....	97

4.49 Nilai Referensi .....	98
4.50 Throughput .....	99

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Jaringan GSM .....	5
2.2. Hubungan antara <i>Timeslot</i> dan <i>Frame</i> .....	10
2.3 KPIs pada Jaringan .....	12
2.4 DCR pada Beberapa Terminal .....	13
2.5 Nilai DCR dari Statistik NMS .....	15
2.6 Nilai DCR dari Drive Test .....	16
2.7 Nilai DCR dari Statistik NMS dan Drive Test .....	16
2.8 Nilai pada Jam Sibuk (a) CSR (b) HSR .....	17
2.9 Perubahan dari FR ke HR .....	19
2.10 Diagram Block AMR .....	20
2.11 Pertukaran Bit Rate antara Speech dan Channel Coding .....	22
2.12 Analogi AMR .....	23
2.13 Hubungan antara Kualitas, Robustness dan Codec Mode .....	25
2.14 Fungsi Transcoder .....	26
2.15 Penyesuaian AMR pada FR (a)C/I dan AMR (b)C/I, AMR, EFR .....	28
2.16 AMR FR untuk Clean Speech .....	29
2.17 AMR HR untuk Clean Speech .....	29
2.18 AMR FR untuk Semua Mode .....	30
2.19 AMR FR dengan Latar Belakang Noise .....	30

2.20 AMR HR dengan Latar Belakang Noise .....	31
2.21 Coverage lebih besar 30% .....	31
2.22 Struktur Muatan .....	32
2.23 Payload Header .....	32
2.24 ToC .....	32
2.25 ToC satu channel dengan tiga data .....	33
2.26 ToC dua channel dengan tiga frame block .....	33
2.27 Single Channel Payload Carrying a Single Frame .....	34
2.28 Single Channel Payload Carrying Multiple Frames .....	34
2.29 Multi Channel Payload Carrying Multiple Frames .....	35
4.1 AMR FR Profile .....	45
4.2 AMR HR Profile .....	46
4.3 EFR Profile .....	47
4.4 FR Profile .....	47
4.5 HR Profile .....	48
4.6 Perbandingan SQI antara AMR FR, AMR HR, EFR, FR dan HR .....	50
4.7 Perbandingan Maksimum SQI antara AMR FR, AMR HR, EFR, FR dan HR..	50
4.8 Perbandingan FER pada AMR FR, AMR HR, EFR, FR dan HR .....	54
4.9 Kondisi MS non AMR pada Sistem AMR .....	55
4.10 Handover antar AMR FR dan AMR FR .....	56
4.11 Handover antar AMR FR dan AMR HR .....	56
4.12 Handover antar AMR FR dan EFR .....	57
4.13 Handover antar AMR FR dan FR .....	57



4.14 Handover antar AMR FR dan HR .....	58
4.15 Handover antar AMR HR dan AMR HR .....	58
4.16 Handover antar AMR HR dan EFR .....	59
4.17 Handover antar AMR HR dan FR .....	59
4.18 Handover antar AMR HR dan HR .....	60
4.19 Perbandingan SQI pada AMR FR, AMR HR, EFR, FR dan HR .....	61
4.20 Performansi SQI untuk non AMR Mobile .....	66
4.21 Performansi SQI untuk AMR mobile .....	67
4.22 Performansi FER untuk non AMR Mobile .....	68
4.23 Performansi FER untuk AMR Mobile .....	69
4.24 Performansi Pemakaian Speech Code untuk non AMR Mobile .....	70
4.25 Pemakaian Speech Code untuk AMR Mobile .....	71
4.26 TCH Drop Rate .....	73
4.27 TCH Drop Rate Non-AMR .....	73
4.28 TCH Drop Rate AMR FR .....	74
4.29 TCH Drop Rate AMR HR .....	74
4.30 Total TCH Drop Rate .....	75
4.31 Total TCH Assignment Success Rate .....	75
4.32 Distribusi Total Trafik .....	76
4.33 Persentase Pemakaian Jenis Pool .....	76
4.34 Persentase Penetrasi AMR Trafik .....	77
4.35 SDCCH Drop Rate .....	77
4.36 SDCCH Success Rate .....	78

4.37 Performansi Handover Total .....	79
4.38 Pemakaian Codec Mode pada AMR HR (Uplink) .....	79
4.39 Pemakaian Codec Mode pada AMR HR (Downlink) .....	80
4.40 Pemakaian Codec Mode pada AMR FR (Uplink) .....	80
4.41 Pemakaian Codec Mode pada AMR FR (Downlink) .....	81
4.42 FER untuk AMR FR .....	81
4.43 FER untuk AMR HR .....	82
4.44 DYMA AFR ke AHR .....	82
4.45 DYMA AHR ke AFR .....	83
4.46 DYMA FR ke HR .....	83
4.47 DYMA HR ke FR .....	84
4.48 EFR Pool .....	84
4.49 FR Pool .....	85
4.50 HR Pool .....	85
4.51 AMR FR Pool .....	86
4.52 AMR HR Pool .....	86
4.53 AMR FR pada Jam Sibuk .....	88
4.54 Performansi AMR FR .....	88
4.55 Performansi AMR HR pada Jam Sibuk .....	89
4.56 AMR HR TRA_CONG .....	89
4.57 Performansi AMR HR .....	90
4.58 Performansi EFR pada Jam Sibuk .....	90
4.59 Performansi EFR .....	91

4.60 Performansi FR pada Jam Sibuk .....	91
4.61 FR TRA_CONG .....	92
4.62 Performansi FR .....	92
4.63 Performansi HR pada Jam Sibuk .....	93
4.64 HR TRA_CONG .....	93
4.65 Performansi HR .....	94

## DAFTAR ISTILAH

AFR	= AMR Full Rate
AHR	= AMR Half Rate
AHR_AFR_AVR	= AMR Half Rate AMR Full Rate Average
AFR_AHR_AVR	= AMR Full Rate AMR Half Rate Average
AMR	= Adaptive Multi Rate
AMR IHO	= AMR Intracell Handover
AMRFRSUPPORT	= AMR Full Rate Support
AMRHRSUPPORT	= AMR Half Rate Support
AMRSPEECHVERUSE	= AMR Speech Verused
AMR_FR_TRAF	= AMR Full Rate Traffic
AMR_HR_TRAF	= AMR Half Rate Traffic
ARFCN	= <i>Absolute Radio Frequency Channel Number</i>
AUC	= AUthentication Center
BER	= <i>Bit Error Rate</i>
BSC	= Base Station Controller
BSS	= Base Station System
BTS	= Base Transceiver Station
CMC	= <i>Codec Mode Command</i>
CMR	= <i>Codec Mode Request</i>
CSR	= <i>Call Success Rate</i>

CSSR	= Call Setup Success Rate
DCR	= <i>Dropped Call Rate</i>
DCS	= <i>Digital Cellular System</i>
DHA	= Dynamic Half Rate Allocation
DMQB	= Dyma Quality Bad
DMQBAMR	= Dyma Quality Bad AMR
DMQBNAMR	= Dyma Quality Bad Non AMR
DMQG	= Dyma Quality Good
DMQGAMR	= Dyma Quality Good AMR
DMQGNAMR	= Dyma Quality Good Non AMR
DMTHAMR	= Dyma Threshold AMR
DMTHNAMR	= Dyma Threshold Non AMR
DTHAMR	= DHA Threshold AMR
DTHNAMR	= DHA Threshold Non AMR
DTI	= Data Transfer Interface
DYMA	= Dynamic FR/HR
EFR	= Enhanced Full Rate
EFR_HR_AVR	= EFR HR Average
EIR	= Equipment Identity Register
ETSI	= <i>European Telecommunications Standards Institute</i>
FCMA	= <i>Fast Codec Mode Adaptation</i>
FCRA	= <i>Fast Codec Rate Adaptation</i>
FER	= Frame Erasure Rate

FER_AHR_SPV3_MOD1	= FER AMR Half Rate Speech Version3 Mode1
FER_AHR_SPV3_MOD2	= FER AMR Half Rate Speech Version3 Mode2
FER_AHR_SPV3_MOD3	= FER AMR Half Rate Speech Version3 Mode3
FER_AFR_SPV3_MOD1	= FER AMR Full Rate Speech Version3 Mode1
FER_AFR_SPV3_MOD2	= FER AMR Full Rate Speech Version3 Mode2
FER_AFR_SPV3_MOD3	= FER AMR Full Rate Speech Version3 Mode3
FER_AFR_SPV3_MOD4	= FER AMR Full Rate Speech Version3 Mode4
FR	= Full Rate
FR_TRAF	= Full Rate Traffic
GMSC	= Gateway Mobile Services Switching Center
GoS	= <i>Grade of Service</i>
HLR	= Home Location Register
HOT_LOST	= Handover Lost
HOT_SUC	= Handover Success
HOT_REV	= Handover Reverse
HSR = HOSR	= Handover Success Rate
HR	= Half Rate
HR_EFR_AVR	= HR EFR Average
HR_TRAF	= Half Rate Traffic
ILR	= Interworking Location Register
KPIs	= <i>Key Performance Indicators</i>
ME	= Mobile Equipment
MOS	= <i>Mean Opinion Score</i>

MS	= Mobile Station
MSC	= Mobile Services Switching Center
NMC	= Network Management Center
NOTRA	= Number Of Transcoder
NWS	= Network Statistic
OMC	= Operation and Maintenance System
OSS	= Operation and Support System
PLMN	= Public Land Mobile Network
QDESDLAFR	= Desired Quality on Down Link AFR
QDESULAFR	= Desired Quality on Up Link AFR
QOFFSETDLAFR	= Quality Off Set Down Link AMR Full Rate
QOFFSETULAFR	= Quality Off Set Up Link AMR Full Rate
QLIMDLAFR	= Quality Limit for urgency HO on Down Link AFR
QLIMULAFR	= Quality Limit for urgency HO on Up Link AFR
SC	= Service Center
SDCCH	= Stand alone Control Channel
SD_SUC	= SDCCH Success
SIM	= Subscriber Identity Module
SPEECHVERUSED	= Speech Verused
SQI	= Speech Quality Index
SS	= Switching System
SSDESDLAFR	= Desired Signal Streng for steady state DL AFR
SSDESULAFR	= Desired Signal Streng for steady state UL AFR

SSOFFSETDLAFR	= Signal Streng Off Set Down Link AMR Full Rate
SSOFFSETULAFR	= Signal Streng Off Set Up Link AMR Full Rate
S_CONG	= SDCCH Congestion
S_DR_BQ	= SDCCH Drop Rate Bad Quality
S_DR_HO	= SDCCH Drop Rate Handover
S_DR_OTH	= SDCCH Drop Rate Other
S_DR_SS	= SDCCH Drop Rate Signal Streng
S_DR_TA	= SDCCH Drop Rate Timing Advanced
S_TRAF	= SDCCH Traffic
TDMA	= <i>Time Division Multiple Access</i>
TIME_AFR_DL_MOD1	= Time AMR Full Rate Down Link Mode1
TIME_AFR_DL_MOD2	= Time AMR Full Rate Down Link Mode2
TIME_AFR_DL_MOD3	= Time AMR Full Rate Down Link Mode3
TIME_AFR_DL_MOD4	= Time AMR Full Rate Down Link Mode4
TIME_AFR_UL_MOD1	= Time AMR Full Rate Up Link Mode1
TIME_AFR_UL_MOD2	= Time AMR Full Rate Up Link Mode2
TIME_AFR_UL_MOD3	= Time AMR Full Rate Up Link Mode3
TIME_AFR_UL_MOD4	= Time AMR Full Rate Up Link Mode4
TIME_AHR_DL_MOD1	= Time AMR Half Rate Down Link Mode1
TIME_AHR_DL_MOD2	= Time AMR Half Rate Down Link Mode2
TIME_AHR_DL_MOD3	= Time AMR Half Rate Down Link Mode3
TIME_AHR_UL_MOD1	= Time AMR Half Rate Up Link Mode1
TIME_AHR_UL_MOD2	= Time AMR Half Rate Up Link Mode2



TIME\_AHR\_UL\_MOD3 = Time AMR Half Rate Up Link Mode3  
 TRA = Transcoder  
 TRAF\_TOT = Traffic Total  
 TRAF\_TOT\_AMR = Traffic Total AMR  
 TRAF\_TOT\_NON\_AMR = Traffic Total Non AMR  
 TRAPOOL = Transcoder Pool  
 TRA\_ACT = Transcoder Active  
 TRA\_AVAIL = Transcoder Available  
 TRA\_CONG = Transcoder Congestion  
 TRA\_IDLE = Transcoder Idle  
 TRA\_NEED = Transcoder Need  
 T\_AS\_SUC\_TOT = TCH *Assignment Success Rate*  
 T\_DR\_AHR = TCH Drop Rate AMR Half Rate  
 T\_DR\_AFR = TCH Drop Rate AMR Full Rate  
 T\_DR\_AHR\_BQ\_BL = TCH Drop Rate AMR Half Rate Bad Quality Both Link  
 T\_DR\_AHR\_BQ\_DL = TCH Drop Rate AMR Half Rate Bad Quality Down Link  
 T\_DR\_AHR\_BQ\_UL = TCH Drop Rate AMR Half Rate Bad Quality Up Link  
 T\_DR\_AHR\_SUD = TCH Drop Rate AMR Half Rate Suddenly  
 T\_DR\_AHR\_SS\_BL = TCH Drop Rate AMR Half Rate Signal Streng Both Link  
 T\_DR\_AHR\_SS\_DL = TCH Drop Rate AMR Half Rate Signal Streng Down Link  
 T\_DR\_AHR\_SS\_UL = TCH Drop Rate AMR Half Rate Signal Streng Up Link  
 T\_DR\_AFR\_BQ\_BL = TCH Drop Rate AMR Full Rate Bad Quality Both Link  
 T\_DR\_AFR\_BQ\_DL = TCH Drop Rate AMR Full Rate Bad Quality Down Link

T\_DR\_AFR\_BQ\_UL = TCH Drop Rate AMR Full Rate Bad Quality Up Link  
T\_DR\_AFR\_SUD = TCH Drop Rate AMR Full Rate Suddenly  
T\_DR\_AFR\_SS\_BL = TCH Drop Rate AMR Full Rate Signal Streng Both Link  
T\_DR\_AFR\_SS\_DL = TCH Drop Rate AMR Full Rate Signal Streng Down Link  
T\_DR\_AFR\_SS\_UL = TCH Drop Rate AMR Full Rate Signal Streng Up Link  
T\_DR\_BQ\_BL = TCH Drop Rate Bad Quality Both Link  
T\_DR\_BQ\_DL = TCH Drop Rate Bad Quality Down Link  
T\_DR\_BQ\_UL = TCH Drop Rate Bad Quality Up Link  
T\_DR\_NAMR = TCH Drop Rate Non AMR  
T\_DR\_SUD = TCH Drop Rate Suddenly  
T\_DR\_SS\_BL = TCH Drop Rate Signal Streng Both Link  
T\_DR\_SS\_UL = TCH Drop Rate Signal Streng Up Link  
VLR = Visitor Location Register

## **ABSTRACT**

SURAI, Trisakti University, Mei 2007. Increase Traffic Channel with Adaptive Multi Rate (AMR) Technology.

Major Advisor : Dr. Tjandra Susila.

GSM Operator with a growing subscriber base can face significant costs to expand their network's coverage and increase capacity setting to meet rising demand, by implementing the Adaptive Multi Rate (AMR) Codec, these GSM network improvements can be achieved quickly and with lower cost because no additional hardware investment is needed. AMR will cut future operating expenses by reducing the need to build new GSM base station sites. The choice of adaptive multi rate codec is important for the communication quality and channel capacity in mobile communication system.

AMR codec operate in full rate (22,8 kbps) and half rate (11,4 kbps) channels of GSM. It would adapt to radio channel and traffic load conditions and select the optimum channel mode (full rate or half rate) and codec mode (bit rate trade off between speech and channel coding) to deliver the best combination of speech quality and system capacity.

AMR have 8 codec mode, 4,75 kbps, 5,15 kbps, 5,9 kbps, 6,7 kbps, 7,4 kbps, 7,95 kbps, 10,2 kbps, and 12,2 kbps. All for AMR Full Rate channel and six lowest modes are for AMR Half Rate channel. Each codec mode provides a different level of

error protection. AMR Full Rate used for increase the speech quality and AMR Half Rate used for increase the capacity channel.

Implementation the AMR to the system and analyze the data from drive test and network statistic, then find the result to solve the problem. The problem are about blocking, speech quality, drop call, and capacity channel. If the AMR implementation perfectly then the system must be increase in capacity channel and speech quality. The capacity channel increase from 3504 to 922 Erlangs and speech quality increase from 80,86% to 93,80%.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Penelitian

Pada era jaman modern seperti saat ini, komunikasi sangat dibutuhkan dan memegang peranan yang sangat penting. Komunikasi dibutuhkan disemua bidang, baik bidang pendidikan, bisnis maupun hiburan. Komunikasi dapat dilakukan dengan beberapa media, diantaranya adalah media kabel tembaga, serat optik, dan udara (gelombang radio).

Penggunaan gelombang radio untuk berkomunikasi merupakan pilihan yang banyak digunakan, karena lebih fleksibel penerapannya. Dengan menggunakan antena sebagai alat pemancar dan penerima, maka letak dari penerima dapat dipindah – pindahkan tanpa perlu bongkar pasang. Komunikasi dengan menggunakan gelombang radio telah digunakan sejak lama, seperti pada pesawat televisi, radio, *walkie talkie*, dan *handphone*.

*Handphone* saat ini sudah tidak asing lagi, hampir semua orang di kota-kota besar memilikinya. *Handphone* pada saat ini sudah menjadi kebutuhan dan jenis yang beredar dipasaran adalah *handphone* jenis GSM dan CDMA.

Pada sistem GSM tidak terlepas dari *bandwidth* frekuensi yang digunakan, berkaitan pula dengan jumlah kanal yang dapat disediakan. Jumlah kanal berhubungan langsung dengan jumlah pengguna yang dapat melakukan komunikasi secara bersamaan pada waktu yang sama. Dengan meningkatnya pengguna

*handphone* maka diperlukan penambahan jumlah kanal. Penambahan jumlah kanal bisa dengan penambahan BTS baru, tetapi biaya akan sangat tinggi maka dicari teknologi lain untuk mendukung hal tersebut. Teknologi baru untuk dapat meningkatkan jumlah pelanggan sedangkan *bandwidth* dari frekuensi tidak berubah, serta kualitas *speech* tetap baik. Teknologi ini mengatur kecepatan *rate* dari komunikasi pembicaraan (*speech*) sehingga dapat mengoptimisasi jaringan GSM yang sudah ada, teknologi tersebut adalah AMR (*Adaptive Multi Rate*). Tetapi teknologi ini masih diperlukan penelitian lebih lanjut dari penerapan teknologi AMR ini agar didapatkan hasil yang optimal.

## **B. Perumusan Masalah**

Penelitian ini menganalisis peningkatan kebutuhan kanal pada suatu daerah dengan operator Telkomsel. Penelitian ini untuk optimalisasi jaringan GSM atau penambahan jumlah kanal dengan menggunakan teknologi AMR (*Adaptive Multi Rate*) yang berhubungan langsung dengan peningkatan trafik tetapi kualitas dijaga tetap baik, serta beberapa hal yang terkait seperti kemungkinan *SQI*, *dropcall*, *FER*, *Handover* dan *Congestion*.

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk peningkatan kapasitas dan kualitas *speech* yang tersedia pada jaringan komunikasi telepon selular dengan operator Telkomsel. Analisis berdasarkan data pengukuran dilapangan dan sistem dari penerapan teknologi AMR (*Adaptive Multi Rate*) dan peningkatan yang dihasilkan.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian dapat dilihat dari beberapa sisi :

1. Peningkatan kapasitas pelanggan.
2. Peningkatan kualitas pembicaraan.
3. Penurunan angka *dropcall*.
4. Menambah pengetahuan tentang teknologi AMR untuk optimalisasi jaringan komunikasi selular.

#### **E. Sistematika Penulisan**

1. Bab I. Pendahuluan

Pada Bab I berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. Bab II. Kerangka Teoritis

Pada Bab II berisi landasan teori yang mendasari penelitian ini, yaitu sistem GSM secara umum dan sistem AMR pada jaringan GSM tersebut.

3. Bab III. Metodologi Penelitian

Pada Bab III berisi tempat penelitian, cara setting pemakaian teknologi AMR, cara test dasar, data yang didapat dan digunakan, metode pengumpulan data, dan penentuan solusi dari masalah.

4. Bab IV. Hasil dan Pembahasan

Pada Bab IV berisi data hasil penelitian dan pengamatan yang dipakai untuk menganalisis masalah – masalah yang ada dilapangan dan mencari pemecahannya.

## 5. Bab V. Kesimpulan dan Saran

Pada Bab V berisi kesimpulan yang diambil dari temuan – temuan penelitian dan dilanjutkan dengan saran.



## BAB II

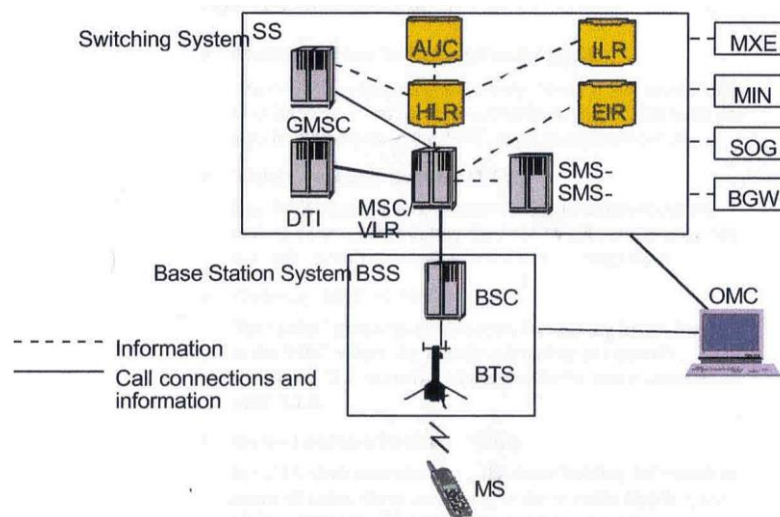
### TEORI DASAR

#### A. Network Nodes

Setiap sistem selular mempunyai komponen - komponen yang utama dan masing – masing bagian dari komponen utama mempunyai fungsi yang spesifik sesuai dengan fungsinya masing – masing. Bagian komponen – komponen yang utama tersebut adalah :

- *Operation and Support System (OSS)*
- *Switching System (SS)*
- *Base Station System (BSS)*
- *Mobile Station (MS)*

Komponen – komponen pada jaringan GSM secara umum dapat digambarkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Jaringan GSM

## 1. *Operation and Support System (OSS)*

OSS dibagi menjadi 2 bagian, yaitu OMC (*Operation and Maintenance System*) dan NMC (*Network Management Center*). OMC mempunyai tugas mengontrol dan memelihara semua komponen pada jaringan GSM, serta penanganan jika terjadi alarm. NMC mempunyai tugas manajemen data jaringan, misalnya manajemen data pelanggan dan tagihan pelanggan.

## 2. *Switching System (SS)*

SS mempunyai komponen – komponen sebagai berikut :

- *Mobile Services Switching Center (MSC)*  
Bertanggung jawab untuk *set-up, routing*, dan mengawasi panggilan dari MS dan tugas lain adalah untuk autentifikasi.
- *Gateway Mobile Services Switching Center (GMSC)*  
Membantu *routing* panggilan pelanggan menuju MSC yang mana MS harus berada pada area tersebut.
- *Visitor Location Register (VLR)*  
Penyimpanan sementara informasi tentang MS yang sedang berada pada area tersebut.
- *Home Location Register (HLR)*  
Sebuah penyimpanan atau database yang memuat semua informasi tentang pelanggan yang berada pada satu PLMN (*Public Land Mobile Network*)

tertentu. Misal informasi tentang lokasi pelanggan dan pelayanan yang diminta.

- *Authentication Center (AUC)*

Parameter – parameter untuk autentifikasi dan enripsi pelanggan.

- *Equipment Identity Register (EIR)*

Database untuk validasi *mobile equipment*.

- *Interworking Location Register (ILR)*

Memberikan informasi untuk *roaming* antar operator selular.

- *Service Center (SC)*

Bertanggung jawab untuk membaca, menyimpan dan meneruskan SMS (*Short Message Service*)

- *Data Transfer Interface (DTI)*

Konversi protokol dan *rate adaptation* yang diperlukan untuk fax dan data.

### 3. *Base Station System (BSS)*

Secara garis besar BSS dapat dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu :

- *Base Station Controller (BSC)*

BSC merupakan pusat dari BSS dan bertugas mengatur keseluruhan jaringan radio dan mempunyai fungsi – fungsi sebagai berikut :

- Menangani *connection* dan *handover* dari MS.
- Manajemen jaringan radio.

- *Transcoding* dan *rate adaptation*.
- Pemadatan trafik.
- Manajemen transmisi untuk BTS.
- *Remote control* untuk BTS.
- *Base Transceiver Station (BTS)*

Setiap *Cell* untuk satu BTS termasuk semua perlengkapan yang dibutuhkan, seperti antena, *transmitter*, *receiver*, *digital signaling*. Setiap BTS beroperasi pada satu atau lebih frekuensi carrier. Satu frekuensi digunakan untuk pengiriman sinyal menuju MS dan satu frekuensi lagi untuk menerima sinyal dari MS, maka sekurang – kurangnya membutuhkan satu buah transmitter dan satu buah *receiver*.

#### 4. *Mobile Station (MS)*

*Mobile Station* atau dengan kata yang biasa kita dengar adalah *handphone*. MS terdiri dari 2 bagian :

- *Mobile Equipment (ME)*  
Terdiri dari fungsi-fungsi *radio processing* dan *interface* untuk berhubungan antara pelanggan dan terminal.
- *Subscriber Identity Module (SIM)*  
Terdiri dari informasi pelanggan dan dapat digunakan pada ME yang lain.

### **B. *Air Interface***

#### **1. Alokasi Frekuensi**

Suatu sistem telekomunikasi agar dapat saling berkomunikasi antar bagian didalamnya tentu harus menggunakan bahasa yang sama, jika pada sistem GSM bahasa tersebut salah satunya adalah frekuensi yang digunakan. Tanpa frekuensi yang sama maka sistem tidak dapat menerima suatu layanan pada jaringan telekomunikasi tersebut.

Penempatan frekuensi GSM 1800 adalah sebagai berikut :

Uplink : 1710 MHz – 1785 MHz

Downlink : 1805 MHz – 1880 MHz

GSM 1800 ini merupakan DCS (*Digital Cellular System*). Di Indonesia jatah penempatan frekuensi untuk operator - operator pada GSM 1800 adalah :

- Indosat : 20 MHz
- Telkomsel : 22,5 MHz
- XL : 7,5 MHz
- Cyber : 5 MHz
- Natrindo : 15 MHz

Penempatan frekuensi GSM 1800 untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pengalokasian Frekuensi GSM 1800

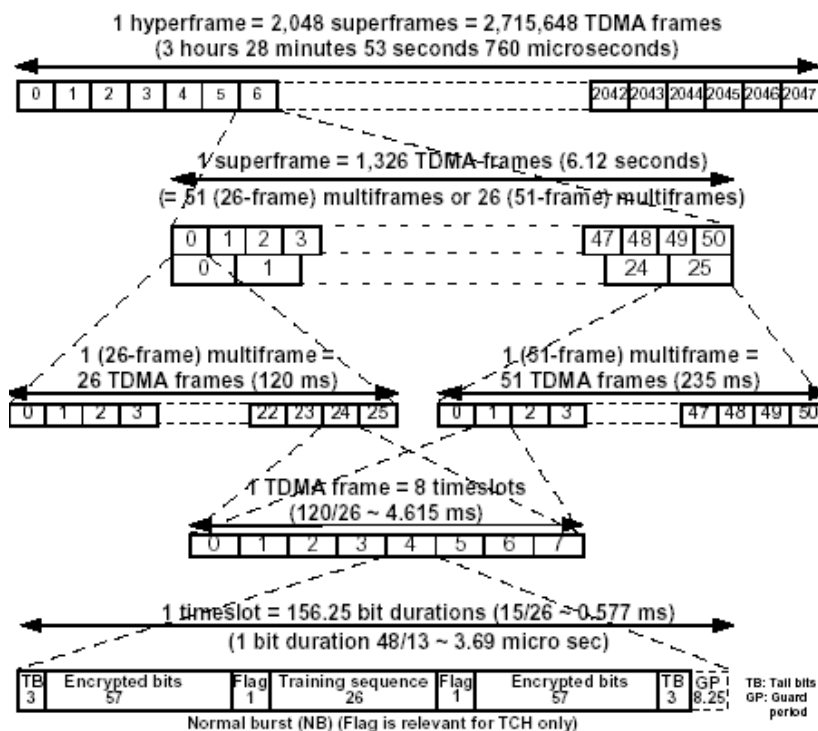
Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Channel	Operator
1710-1717.2	1805-1812.2	512-548	ProXL
1717.4-1722.2	1812.4-1817.2	549-573	Indosat
1722.4-1729.6	1817.4-1824.6	574-610	Telkomsel
1730-1744.8	1825-1839.8	612-686	Natrindo
1745-1749.6	1840-1844.6	687-710	Telkomsel
1750-1764.6	1845-1859.6	712-785	Indosat
1765-1774.6	1860-1869.6	787-835	Telkomsel
1774.8-1779.6	1869.8-1874.6	836-860	Cyber

## 2. Konsep Kanal

Konsep kanal pada sistem GSM ini dimana *carrier* yang digunakan dipisahkan setiap 200 kHz, yang mana mempunyai 374 ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*). Setiap ARFCN dibagi menjadi 8 MS, sehingga total kanal adalah 2992 kanal.

## 3. Bursts dan Frames

Frame TDMA (*Time Division Multiple Access*) yang berukuran satu *time slot* mewakili setiap kanal. Berbagai – macam informasi dikirimkan antara BTS dan MS. Sebuah *superframe* terdiri dari 51 atau 26 *multiframe* dan sebuah *hyperframe* terdiri dari 2048 *superframe*. Hubungan antar *frame* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Hubungan antara *Timeslot* dan *Frame*

## C. Trafik

### 1. *Grade of Service (GoS)*

Pelayanan yang ditolak oleh jaringan dan dinyatakan dalam persentase, misal : GoS = 1%, artinya setiap 100 panggilan yang masuk ada 1 panggilan yang tidak mendapatkan pelayanan.

Penilaian GoS tergantung dari jenis pelayanan yang diambil / diterapkan di dalam sistem jaringan GSM. Terdapat 2 jenis pelayanan, yaitu :

- *Delay system* : jika terjadi panggilan sedangkan kanal sedang penuh, maka panggilan tersebut ditunda sampai ada kanal yang kosong.
- *Loss system* : jika terjadi panggilan sedangkan kanal sedang penuh, maka panggilan tersebut akan ditolak.

### 2. *Probabilitas Drop Call*

Penentuan nilai probabilitas dari *drop call* ini dilihat dari menggunakan frekuensi *reuse* atau tidak. Jika tidak menggunakan frekuensi *reuse* maka probabilitas *drop call* dilihat dari besar atau luasnya cakupan sinyal. Dan jika menggunakan frekuensi *reuse* maka banyak faktor – faktor lain yang mempengaruhi, dapat dirumuskan :

$$P_B = \sum_{n=0}^N \alpha_n P_n = \sum \alpha_n [1 - (1 - \mu)^n] \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :  $\mu$  = probabilitas dimana sinyal mengalami pengaruh interferensi

$$\alpha_n = \text{nilai untuk panggilan } n \text{ handover, } \sum_{n=0}^N \alpha_n = 1 \dots\dots\dots (2.2)$$

$P_n$  = probabilitas terjadinya *drop call* akibat  $n$  handover

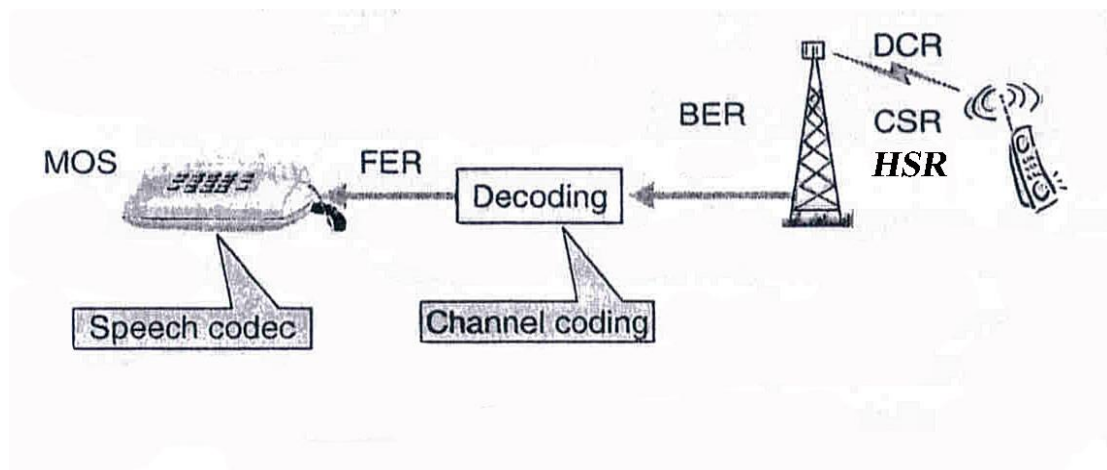
$P_B$  = probabilitas terjadinya *drop call* akibat pengaruh *interferensi*

#### D. Cellular Network Key Performance Indicators (KPIs)

##### 1. Speech KPIs

Performansi jaringan radio selular, dalam hal ini pelayanan pembicaraan (*speech*) dapat diukur dengan menggunakan bermacam – macam KPIs. Banyak KPIs yang dapat diambil dari *drive test* atau statistik NWS. Statistik NWS mewakili performansi dari jaringan secara keseluruhan lebih mewakili dibandingkan hasil *drive test*. Statistik dapat ditampilkan dalam jam sibuk atau rata – rata performansi harian.

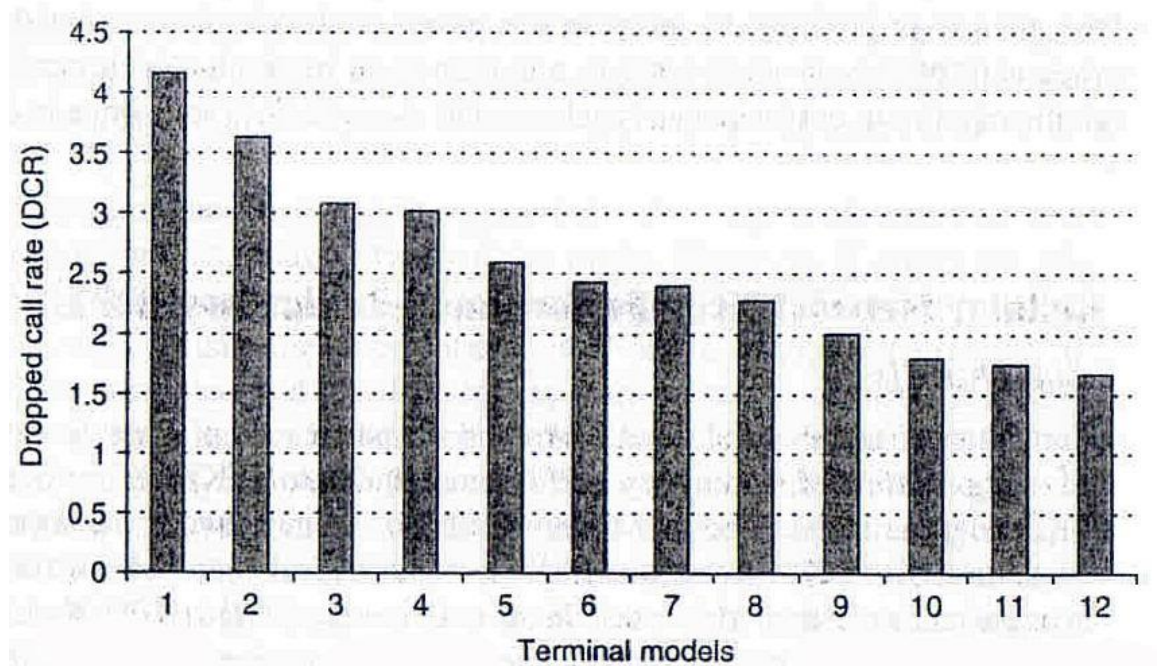
Operator selular biasanya menggunakan BER dan *Dropped Call Rate* (DCR) untuk ukuran performansi, termasuk kualitas *speech* dan *rate lost connection*. Gambar 2.3 memperlihatkan KPIs yang berbeda dan lokasi pengukurannya. Hasil pengukuran dapat digunakan untuk meningkatkan sumber daya performansi jaringan, yaitu *handover*, *power control*, *adaptive multi rate codec* (AMR), *channel mode adaptation*, *GPRS link adaptation*, dll.



Gambar 2.3 KPIs pada Jaringan



Gambar 2.4 memperlihatkan performansi dari beberapa terminal mengenai DCR.



Gambar 2.4 DCR pada Beberapa Terminal

### 1.1 Mean Opinion Score (MOS)

Kualitas *speech* dapat diukur dengan menggunakan MOS, yaitu pendapat rata2 yang diimplementasikan kedalam suatu nilai atau score. Hasil MOS hanya dapat diukur pada test laboratorium Telkomsel. Hasil MOS mempunyai *range* dari 1 (sangat buruk/ *very bad*) sampai 5 (sangat baik/*excellent*) dengan rincian 1 = sangat buruk, 2 = buruk, 3 = acceptable, 4 = baik, 5 = sangat baik. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan bermacam – macam kondisi, seperti materi *speech*, bahasa yang digunakan dan kondisi penerima. Hasil pengukuran dapat menghasilkan data yang berbeda dan tidak dapat secara langsung dibandingkan. Di lapangan dapat juga

mengukur kualitas *speech* dengan melakukan *drive test* dan dilakukan dengan beberapa algoritma yang berbeda.

### 1.2 Bit Error Rate (BER)

BER adalah kemungkinan bit salah yang diterima oleh penerima, pengukuran *bit error rate* secara acak pada penerima sebelum data mengalami *decoding*. Banyak faktor yang mempengaruhi performansi *decoding* yang secara langsung mempengaruhi hubungan antara BER dan FER (*Frame Erasure Rate*). Pada GSM BER dipetakan dalam RXQUAL, yang hasilnya mempunyai *range* dari 0 sampai 7 seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Hubungan antara RXQUAL dan BER

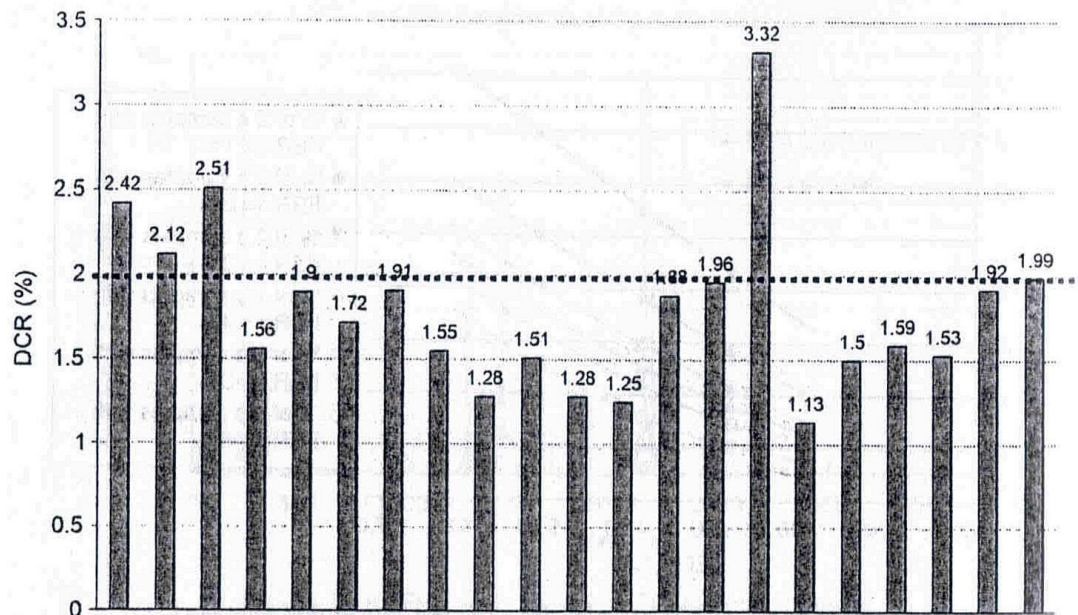
<b>RXQUAL</b>	<b>BER(%)</b>
0	<0,2
1	0,2 – 0,4
2	0,4 – 0,8
3	0,8 – 1,6
4	1,6 – 3,2
5	3,2 – 6,4
6	6,4 – 12,8
7	>12,8

### 1.3 Frame Erasure Rate (FER)

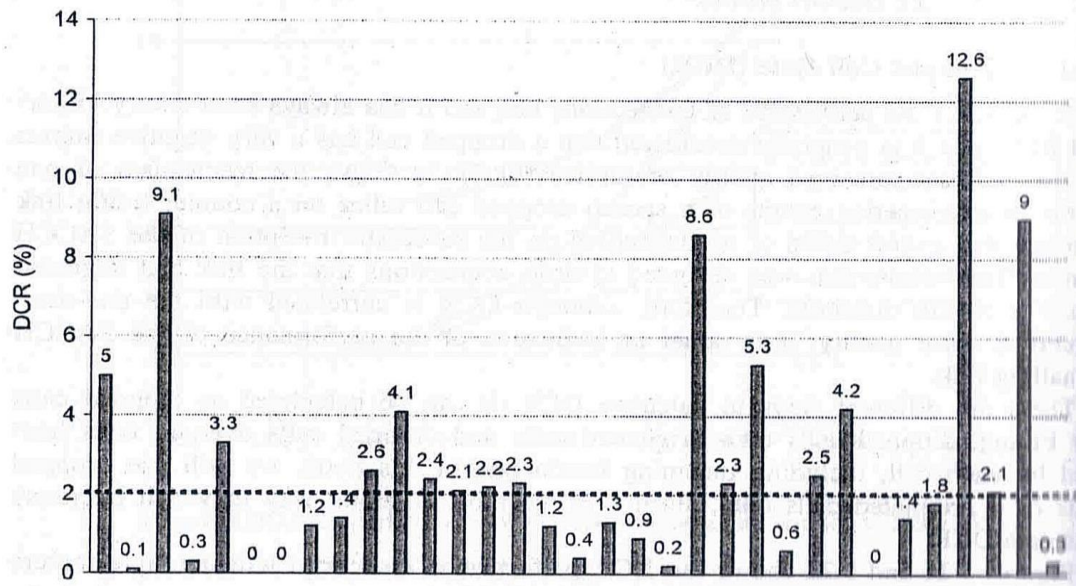
FER adalah adanya frame yang dihapus karena rusak atau hilang, hal ini terjadi bila bit rate yang digunakan terlalu kecil. FER ini dapat pula sebagai indikator karena berhubungan dengan kualitas suara yang diterima oleh pelanggan. Mengukuran FER pada sistem GSM dapat dilakukan dengan *drive test*. FER diukur untuk *Uplink* dan *Downlink*, serta jaringan akan memberikan statistiknya.

### 1.4 Dropped Call Rate (DCR)

DCR adalah koneksi yang terputus pada saat pembicaraan sedang berlangsung dan merupakan salah satu KPI yang penting karena mempunyai pengaruh yang negatif pada kualitas performansi atau QoS. Dapat dihitung sebagai *dropped call* per Erlang, *dropped call* yang ditangani oleh satu cell, baik panggilan dari dalam cell atau karena adanya *handover*. Gambar 2.5 dan 2.6 memperlihatkan performansi jaringan terhadap DCR dengan menggunakan statistik NWS dan *drive test*. Walaupun kedua cara tersebut diterapkan pada jaringan yang sama tetapi rata – rata *dropped call* menurut statistik NWS adalah 1,8% sedangkan menurut *drive test* adalah 2,8%. Hal ini tergantung dari rute *drive test* yang dilakukan, yaitu untuk daerah yang potensial banyak masalah serta *ratio handover* yang tinggi pula.

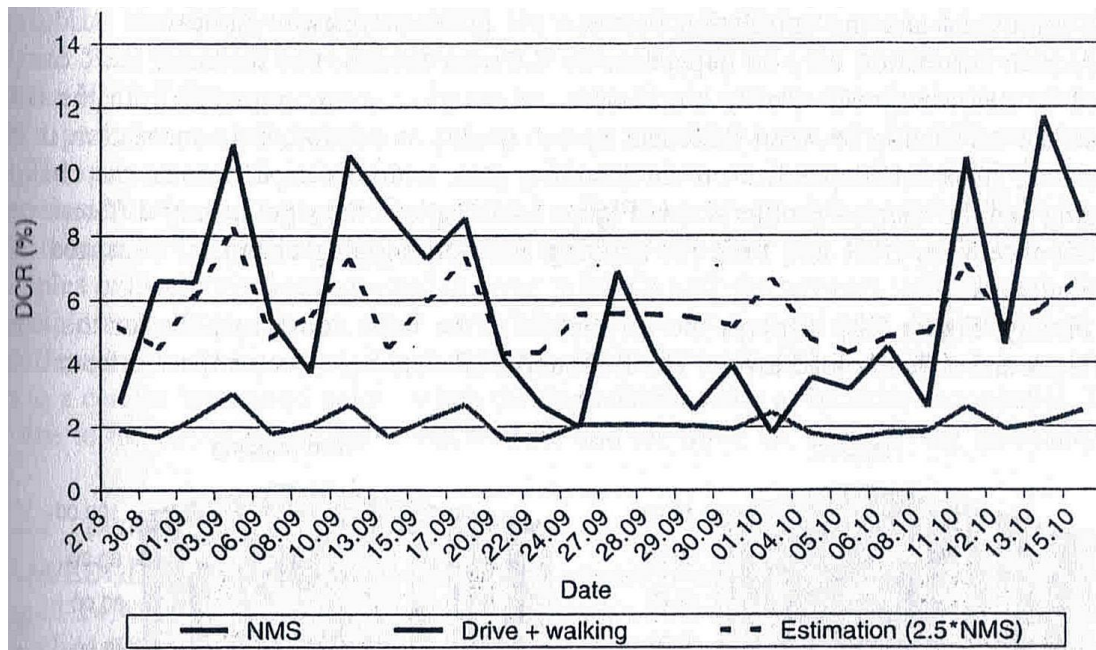


Gambar 2.5 Nilai DCR dari Statistik NWS



Gambar 2.6 Nilai DCR dari Drive Test

Banyak faktor – faktor yang mempengaruhi pada hasil *drive test* sehingga mengakibatkan perbedaan yang menyolok, dan memungkinkan pengambilan kesimpulan yang salah. Contoh lain seperti pada Gambar 2.7.

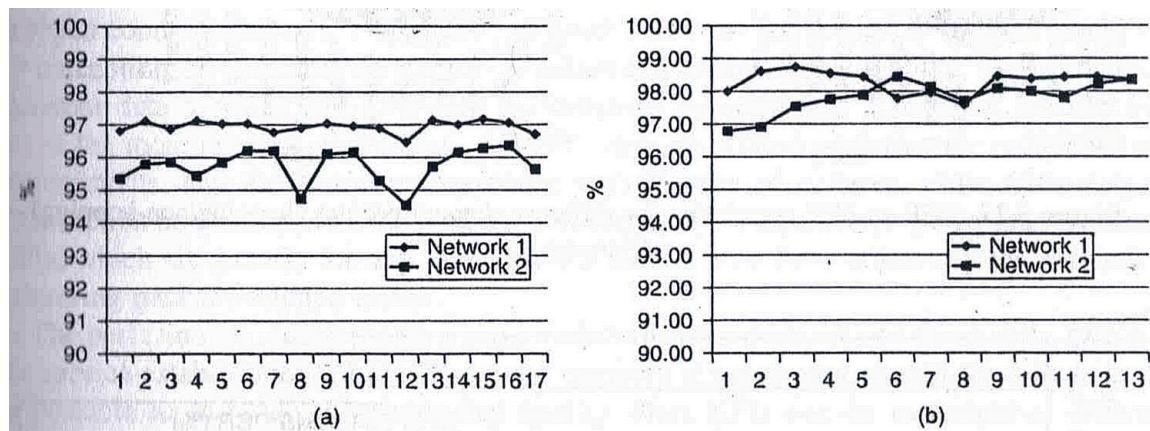


Gambar 2.7 Nilai DCR dari Statistik NWS dan Drive Test

Gambar 2.7 tersebut memperlihatkan hasil DCR yang diambil dari NWS dan *drive test* pada jaringan yang sama. Hasil yang dipakai harusnya menggunakan hasil dari statistik NWS dan nilai DCR masih dalam batas untuk performansi jaringan yang baik adalah 1 sampai 2%, tergantung dari *setting* jaringan yang digunakan.

### 1.5 Call Success Rate (CSR) dan Handover Success Rate (HSR)

CSR adalah pelanggan dapat melakukan panggilan atau dapat sambungan komunikasi dan HSR adalah keberhasilan proses *handover*. CSR dan HSR merupakan salah satu jenis KPIs, yang berhubungan langsung dengan panggilan pada *cell* tersebut atau panggilan dari *handover*. Gambar 2.8 memperlihatkan hasil CSR dan HSR untuk hari yang berbeda dan untuk konfigurasi jaringan yang berbeda. Dan performansi yang baik jika nilai CSR dan HSR sekitar 95%.



Gambar 2.8 Nilai pada Jam Sibuk (a) CSR (b) HSR

## 1.6 *Speech Quality Index (SQI)*

SQI merupakan index untuk menunjukkan kualitas dari percakapan (*speech*).

Tabel 2.3 merupakan pembagian nilai SQI terhadap kualitas *speech*.

Tabel 2.3 Nilai SQI

<b>SQI Range</b>	<b>Kualitas Speech</b>
20-30	<i>Excellent</i>
15-19	<i>Good</i>
10-14	<i>Acceptable</i>
5-9	<i>Bad</i>
< 5	<i>Very bad</i>

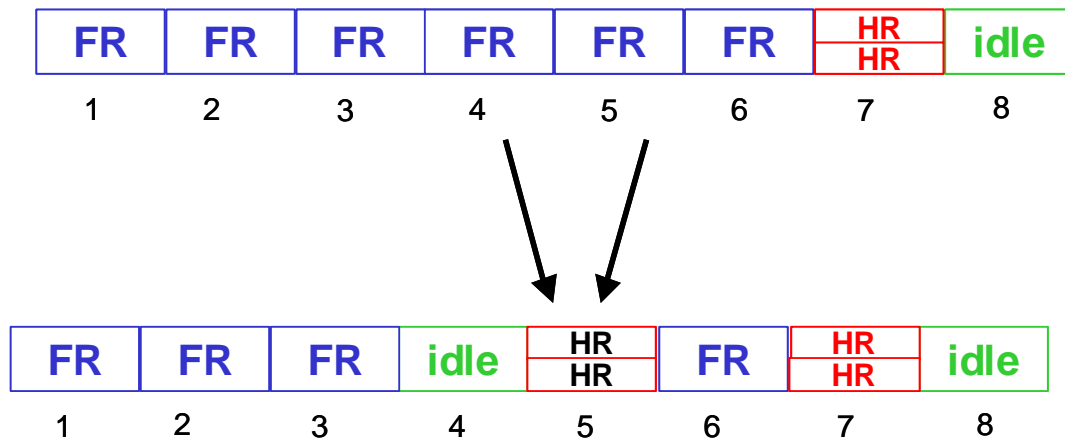
### *E. Adaptive Multi Rate*

AMR diterapkan pada jaringan GSM dapat secara cepat dan dengan biaya rendah, karena tanpa penambahan *hardware* atau tanpa penambahan BTS. Implementasinya hanya dengan meng-*update software* pada BSS. AMR diterapkan pada *Full Rate* dan *Half Rate*. Jaringan dapat secara dinamik memilih antara AMR FR atau AMR HR yang akan diterapkan pada setiap panggilan.

AMR-HR digunakan untuk menambah kapasitas pelanggan sedangkan kualitas suara tidak terganggu / tetap baik, misalnya pada jam sibuk. Peningkatan kapasitas dapat sampai 140%. Setiap *timeslot* memuat 2 *call*. AMR-HR menggunakan 11,4 kbps kanal trafik. Gambar 2.9 memperlihatkan hubungan antara AMR HR dan AMR FR.

AMR-FR digunakan untuk meningkatkan kualitas suara dan menambah daerah coverage BTS, sedangkan kapasitas tidak perlu ditambah. Jika kondisi kualitas suara yang buruk misalnya dikarenakan adanya *interference*, maka sistem akan merubah ke AMR-FR dan perbaikan kualitas dilakukan dari kondisi yang paling

buruk dahulu dan biasanya dilakukan pada jam kurang sibuk. Untuk memperbaiki kualitas maka akan diperbanyak *bit error correction* pada setiap *frame*. AMR-FR menggunakan 22,8 kbps kanal trafik.



Gambar 2.9 Perubahan dari AMR FR ke AMR HR

Perhitungan penggunaan kanal trafik :

- AMR-HR 11,4 kbps

$$TCH \text{ rate} = \frac{\frac{2 \times (57/2) \text{ bit}}{1 \text{ normal burst}} \times \frac{1 \text{ normal burst}}{26 \text{ frame multiframe}} \times \frac{24 \text{ traffic frame}}{26 \text{ frame multiframe}}}{120 \text{ ms}} = 11,4 \text{ kbps}$$

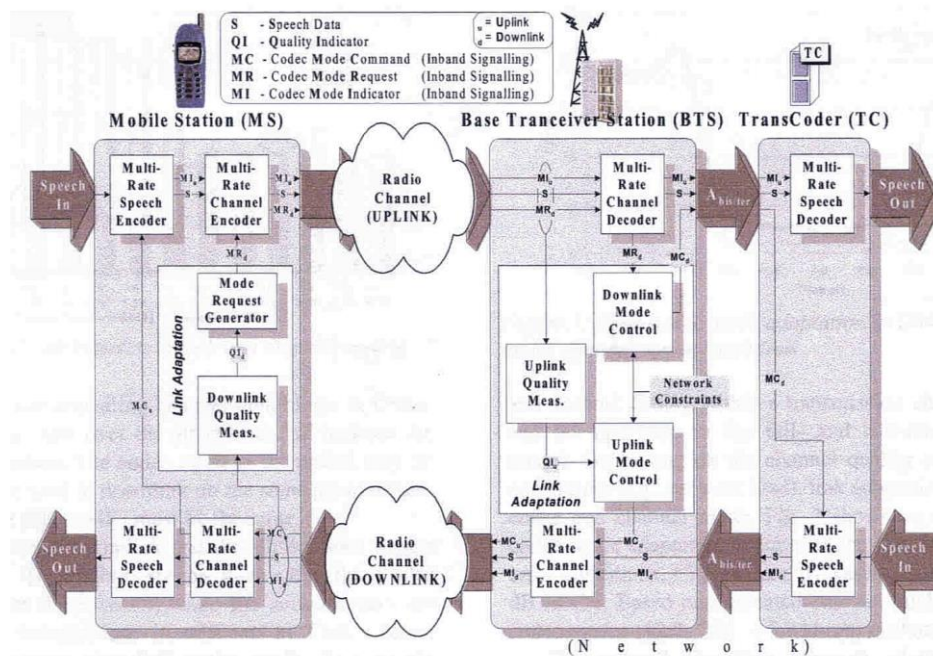
- AMR-FR 22,8 kbps

$$TCH \text{ rate} = \frac{\frac{2 \times 57 \text{ bit}}{1 \text{ normal burst}} \times \frac{1 \text{ normal burst}}{26 \text{ frame multiframe}} \times \frac{24 \text{ traffic frame}}{26 \text{ frame multiframe}}}{120 \text{ ms}} = 22,8 \text{ kbps}$$

## 1. Operasi Dasar AMR

*Code* AMR terdiri dari satu set *speech rate* yang tetap dan *code* kanal, *in-band signaling* dan *link adaptation*. Pada gambar 2.10 memperlihatkan diagram blok dasar AMR pada GSM.

Setiap *codec mode* mempunyai level *error protection* yang berbeda melalui distribusi yang berbeda pada *bit rate* yang tersedia antara *speech* dan *channel coding*. *Link adaptation* bertugas untuk mengukur kualitas kanal dan pemilihan *speech* dan *channel codec* yang tepat. *In-band signaling* mengirim pengukuran kualitas kanal dan informasi *codec mode* melalui *air interface*. *In-band signaling* dikirimkan bersamaan dengan data *speech*.



Gambar 2.10 Diagram Blok AMR

MS dan BTS menampilkan perkiraan kualitas kanal untuk bagian penerimaan signal. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas kanal, sebuah *Codec Mode Command*



(*downlink* menuju MS) atau *Codec Mode Request* (*uplink* menuju BTS) dikirimkan *in-band* melalui *air interface*. Penerima akhir menggunakan informasi ini untuk memilih *codec mode* yang terbaik untuk diberlakukan pada kondisi kanal. Indikator *codec mode* akan selalu mengirim informasi tentang mode yang sedang dipakai. *Codec mode* untuk *uplink* mungkin berbeda dengan yang digunakan pada *downlink* pada *air interface* yang sama, tetapi mode kanal (AMR FR atau AMR HR) pasti sama.

Jaringan mengontrol *codec mode* dan *channel mode* untuk *uplink* dan *downlink*. MS akan mentaati *Codec Mode Command* dari jaringan, ketika jaringan melengkapi beberapa informasi, untuk tambahan pada *Codec Mode Request*, untuk menentukan *codec mode downlink*. MS harus menerapkan semua *codec mode*. Bagaimanapun juga, jaringan dapat *men-support* kombinasi dari *codec mode* berdasarkan pada pilihan operator.

## ***2. Adaptive Multi Rate (AMR) Speech Codec***

Code AMR dikembangkan dan distandarisasi oleh *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) untuk sistem selular GSM. Sekarang dipakai pada teknologi 2G sistem selular.

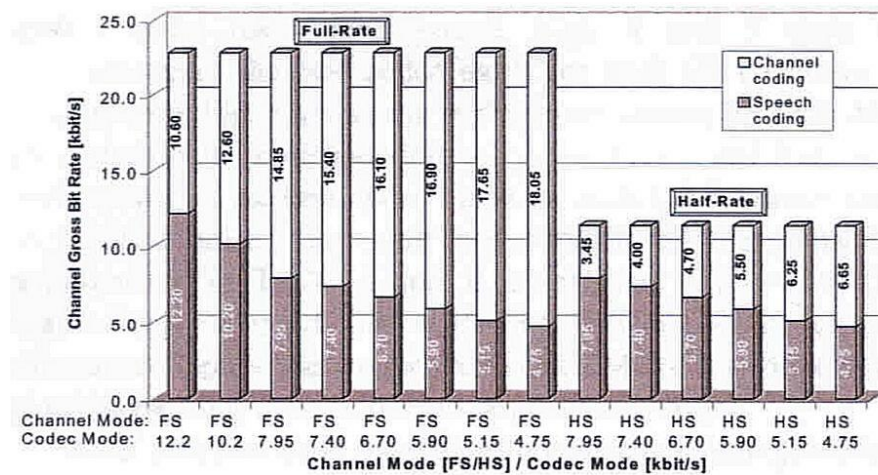
*Code* AMR adalah *code multi-mode* yang mendukung 8 *narrow band speech encoding mode* dengan *bit rate* antara 4,75 sampai 12,2 kbps (lihat tabel 2.4).

Tabel 2.4 Jenis Mode pada AMR

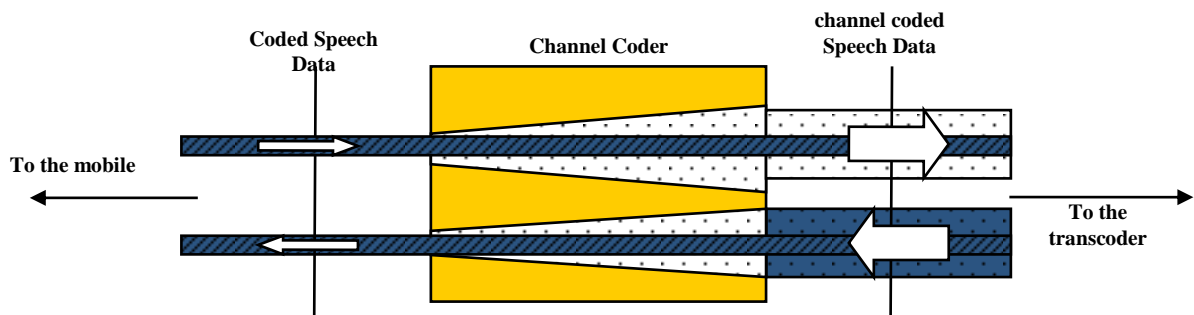
JENIS MODE	KECEPATAN
Mode 7	12,2 kbps
Mode 6	10,2 kbps
Mode 5	7,95 kbps
Mode 4	7,4 kbps
Mode 3	6,7 kbps
Mode 2	5,9 kbps
Mode 1	5,15 kbps
Mode 0	4,75 kbps

Frekuensi *sampling* yang dipakai pada AMR adalah 8 kHz dan *encoding speech* ditampilkan dalam *speech frame* 20ms. Oleh karena itu, setiap *encoded AMR speech frame* mewakili 160 *sample* dari *speech* yang sebenarnya.

Pada gambar 2.11 memperlihatkan bahwa semua *codec mode* pada AMR dapat diterapkan pada kanal AMR FR tetapi 6 yang terbawah diterapkan pada kanal AMR HR. Semua code memberikan peralihan antar *code mode* dengan baik. Dan gambar 2.11 juga memperlihatkan penyesuaian *bit rate* antara *speech* dan *channel coding*. *Channel coding* terdapat bit untuk *error correction*. Analogi ini dapat dilihat pada gambar 2.12.

Gambar 2.11 Pertukaran *Bit Rate* antara *Speech* dan *Channel Coding*

Pada satu call atau disebut juga satu *Active Codec Set* dapat terdiri dari 4 *codec mode*, atau dengan kata lain pada setiap panggilan atau *call* yang terjadi, perubahan *mode* dapat sampai 4 *mode* perubahan selama panggilan berlangsung, baik untuk AMR FR atau AMR HR. 4 *codec mode* tersebut dapat dipilih dari 8 mode (AMR FR) atau 6 mode (AMR HR) yang sudah ada (tabel 2.5 dan tabel 2.6). Pemilihan mode berdasarkan kondisi daerahnya, seperti jika pada daerah tersebut C/I baik maka dipilih mode yang besar sedangkan jika C/I kurang baik maka dipilih mode yang kecil. Hasil pemilihan mode tersebut ditampilkan pada tabel 2.7 dan 2.8. Perubahan mode, terjadi setiap 40ms. Sistem dalam keadaan aktif pada suatu waktu dapat memiliki satu *set code* AFR dan AHR. Pada saat pembicaraan sedang berlangsung, perubahan *codec mode* dalam satu *set codec mode* disebut *Fast Codec Mode Adaptation* (FCMA). Jika pada saat pembicaraan sedang berlangsung terjadi perubahan *codec mode* antar AFR dan AHR disebut *Fast Codec Rate Adaptation* (FCRA).



Gambar 2.12 Analogi AMR

Tabel 2.5 *Codec Mode* pada AMR-FR

<b>Jenis Mode</b>	<b>Kecepatan</b>	<b>Yang dipilih</b>
Mode 7	12,2 kbps	
Mode 6	10,2 kbps	√
Mode 5	7,95 kbps	
Mode 4	7,4 kbps	
Mode 3	6,7 kbps	√
Mode 2	5,9 kbps	√
Mode 1	5,15 kbps	
Mode 0	4,75 kbps	√

Perubahan mode antara AFR dan AHR biasa terjadi dikarenakan adanya *handover*, dapat pula dikarenakan beban lebih pada BTS (BSC level) dan *channel conditions* (RXQUAL). 4 sampai 8 *octet* ditambahkan pada *message, Assignment Command, Handover Command* dan *Mode Modify*. Tidak terjadi *delay* pada saat terjadi *handover*.

Tabel 2.6 *Codec Mode* pada AMR-HR

<b>Jenis Mode</b>	<b>Kecepatan</b>	<b>Yang dipilih</b>
Mode 5	7,95 kbps	
Mode 4	7,4 kbps	√
Mode 3	6,7 kbps	√
Mode 2	5,9 kbps	√
Mode 1	5,15 kbps	
Mode 0	4,75 kbps	√

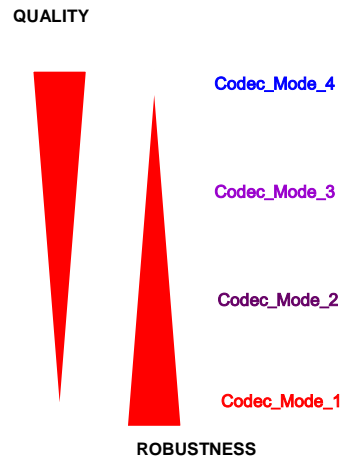
Tabel 2.7 *Codec Mode* pada AMR-FR

<b>Codec Mode</b>	<b>Kecepatan</b>
Codec Mode 1	4,75 kbps
Codec Mode 2	5,9 kbps
Codec Mode 3	6,7 kbps
Codec Mode 4	10,2 kbps

Tabel 2.8 *Codec Mode* pada AMR-HR

Jenis Mode	Kecepatan
Codec Mode 1	4,75 kbps
Codec Mode 2	5,9 kbps
Codec Mode 3	6,7 kbps
Codec Mode 4	7,4 kbps

Hubungan antara kualitas, *robustness* dan *codec mode* dapat dilihat pada gambar 2.13, dengan penjelasan pada codec mode 1 mempunyai *robustness* besar dan kualitas jelek, sedangkan pada codec mode 4 mempunyai *robustness* kecil dan kualitas sangat baik.

Gambar 2.13 Hubungan antara Kualitas, *Robustness* dan *Codec Mode*

### 2.1 *Speech Coding Path* pada sistem GSM

- Pada FR, data dirubah dari 64 kbps menjadi 13 kbps atau 16 kbps termasuk *signaling*.
- Pada EFR, data dirubah dari 64 kbps menjadi 12,2 kbps atau 16 kbps termasuk *signaling*. Kualitas EFR ini lebih baik dibandingkan FR, tetapi algoritma yang diminta lebih besar kapasitas pengolahannya.

- Pada HR, data dirubah dari 64 kbps menjadi 7,4 kbps atau 8 kbps termasuk *signaling*. Pada kondisi transmisi baik HR ini lebih baik dibandingkan FR, tapi jika kualitas transmisi normal atau jelek keadaan kualitas *speech* dibawah FR. Algoritma lebih besar kapasitas pengolahan dibandingkan EFR.

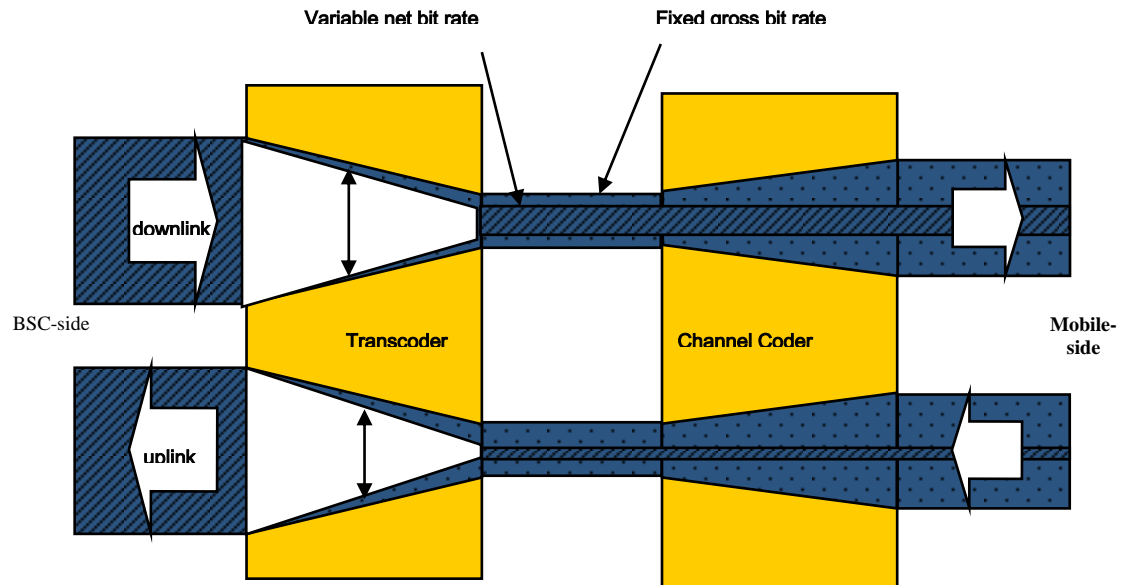
Pada non AMR mempunyai speech coding HR, FR dan EFR, pada AMR mempunyai speech coding AMR HR dan AMR FR, selanjutnya jenis speech coding ini secara umum dinamai pool, seperti HR pool, FR pool, EFR pool, AHR pool dan AFR pool.

## **2.2 Transcoder AMR**

Fungsi dari *transcoder* adalah merubah algoritma dari code tergantung dari kondisi radio *interface* antara MS dan BTS. Jika *radio link* bagus maka *codec mode* berubah menjadi *bit rate* yang lebih tinggi sehingga *bit error corection* yang digunakan sedikit. Jika *radio link* buruk maka berubah menjadi *bit rate* yang rendah dan secara langsung bit untuk *error corection* jadi lebih banyak. Gambaran *transcoder* pada sistem dapat dilihat pada gambar 2.14.

## **3. Channel Coding**

AMR mengandung 8 kanal code untuk AFR dan 6 kanal untuk AHR. *Channel coding* menunjukkan adanya *error correction* dan *bad-frame detection*. Semua kanal *codec* menggunakan convolusi polinomial yang spesifik untuk kanal trafik GSM sebelumnya (untuk kanal *speech* atau data trafik) untuk memaksimumkan secara mendasar dengan sistem GSM yang sudah ada.

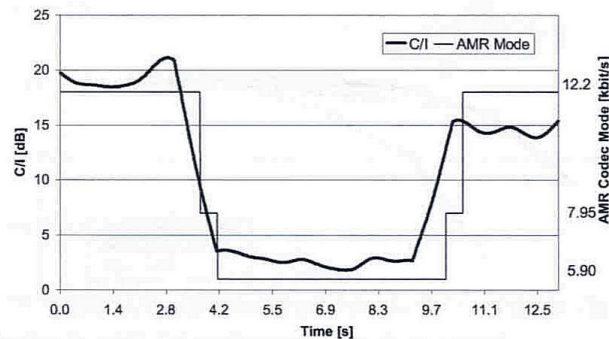


Gambar 2.14 Fungsi Transcoder

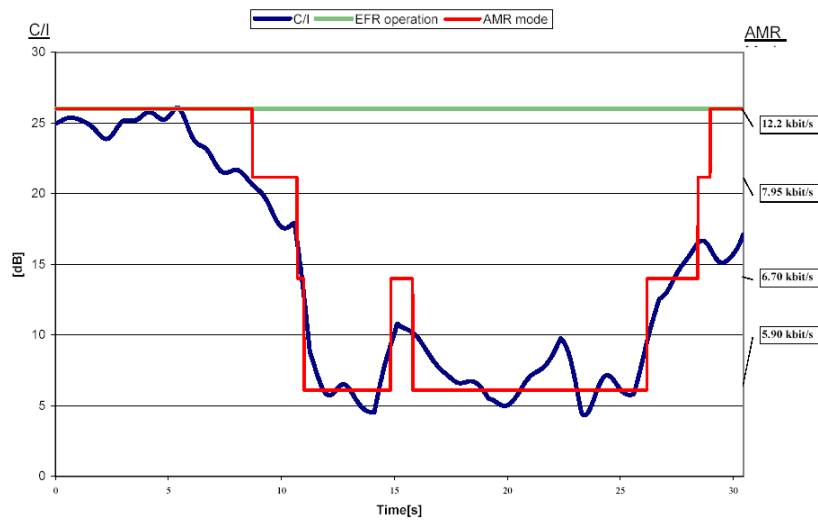
#### 4. Link Adaptation dan In-Band Signaling

*Link adaptation* terdiri dari ukuran kualitas kanal dan algoritma *codec/channel mode adaptation*. *Link adaptation* pada AMR merupakan ganda : penyesuaian pada pembagian bit antara *speech* dan *channel coding* dalam sebuah kanal transmisi (*codec mode*) dan beroperasi dalam kanal *full-rate* dan *half-rate* (*channel mode*). Tergantung dengan kualitas kanal dan batasan pada jaringan, *link adaptation* memilih *codec* dan *channel mode* yang optimal. Gambar 2.15 memperlihatkan contoh *codec mode adaptation* beroperasi pada kanal AFR pada kondisi *dynamic error*. Kualitas kanal bervariasi antara 22 dan 2 dB pada C/I. Berdasarkan pada perkiraan kualitas kanal, satu dari 3 *codec mode* yang digunakan (12,2 kbps, 7,95 kbps atau 5,9 kbps).

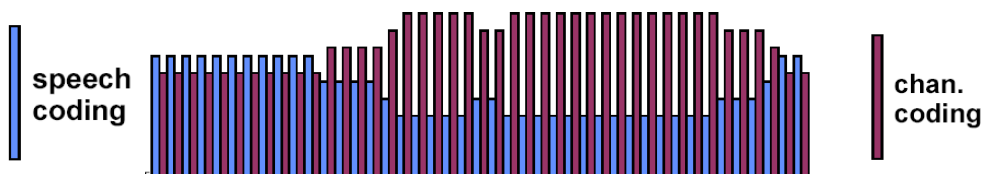
*In-band signaling* mendukung perubahan antara 4 *codec mode* yang aktif. Untuk mengaktifkan 4 *codec mode* dipilih pada *call set-up* dan *handover*. *Codec Mode Command / Request* dan *Codec Mode Indication* dikirimkan pada setiap *speech frame*. Oleh karena itu *codec mode* berubah setiap 40ms.



(a)



AMR	
FR	HR
12.2	
10.2	
7.95	
7.4	7.4
6.7	6.7
5.9	5.9
5.15	5.15
4.75	4.75



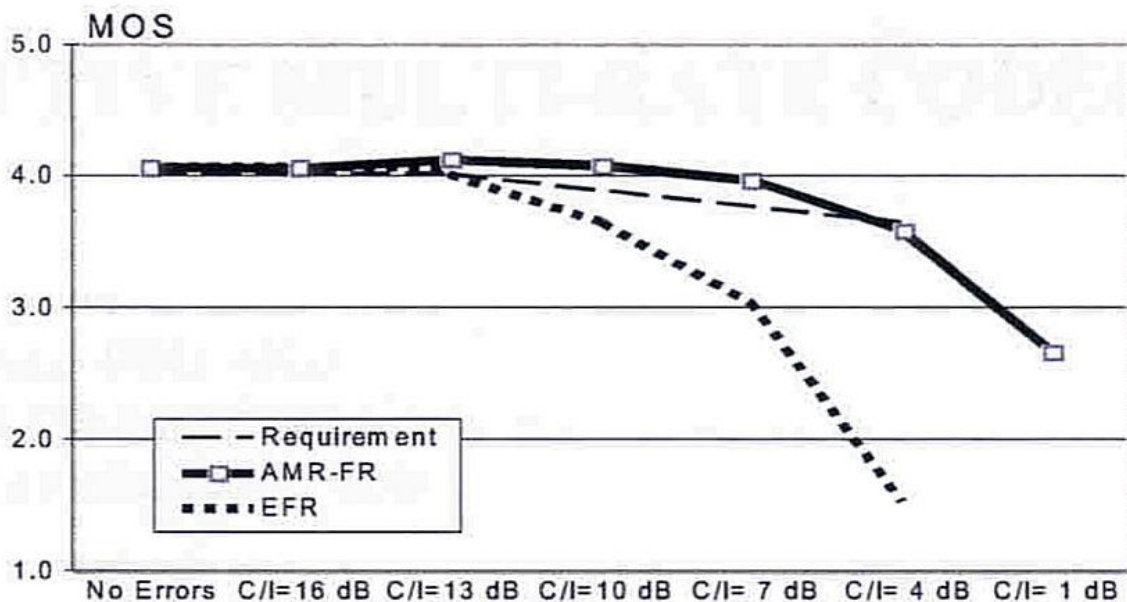
(b)

Gambar 2.15 Penyesuaian AMR (a)C/I dan AMR (b)C/I, AMR, EFR

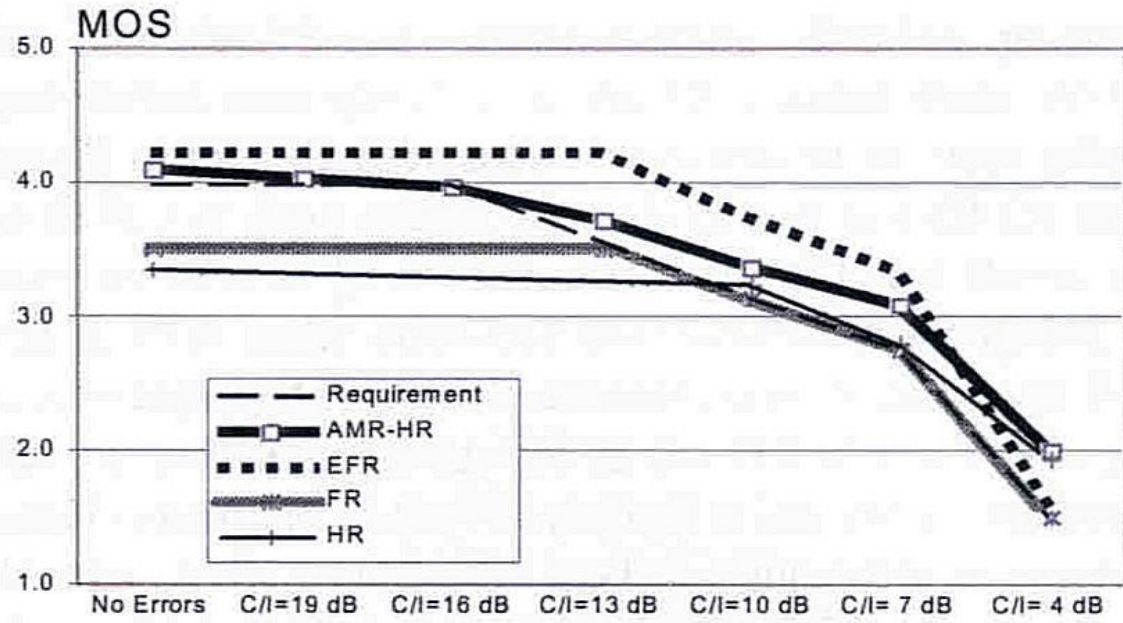


### 5. Performansi AMR

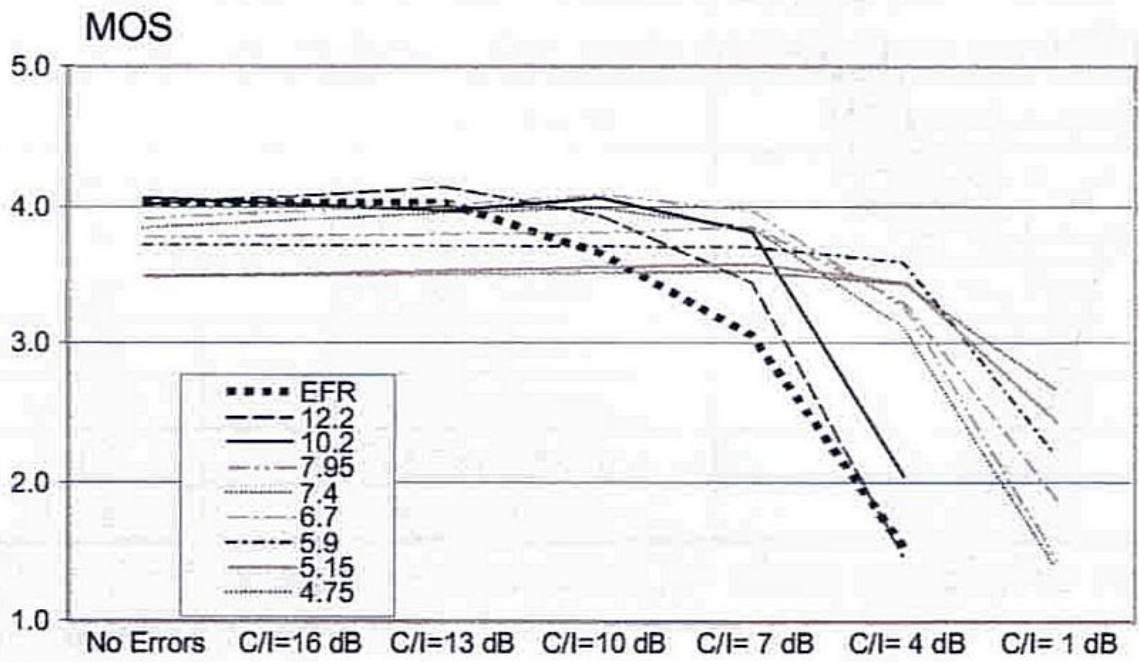
Dalam AFR GSM, codec AFR dengan C/I = 4-7 dB mempunyai kualitas yang sama dengan EFR C/I  $\geq$  10 dB. Pada kondisi jelek, AMR dapat meningkatkan kualitas lebih dari EFR. Pada 4 dB C/I, AMR mencapai MOS = 2. Biasanya pada kondisi *dynamic error* pada AFR, AMR menyediakan sampai lebih dari 1 MOS lebih besar dibandingkan dengan EFR. Pada AHR GSM pada kondisi error rendah (C/I  $\geq$  16 dB), hasil AMR mendekati kualitas EFR. Gambar 2.16 dan 2.17 memperlihatkan performansi dari *codec mode* yang terbaik untuk setiap kondisi C/I dengan *clean speech*. Gambar 2.18 memperlihatkan kurva untuk setiap tipe mode AMR. Gambar 2.19 dan 2.20 memperlihatkan AMR FR dan AMR HR pada kondisi latar belakang ada *noise*.



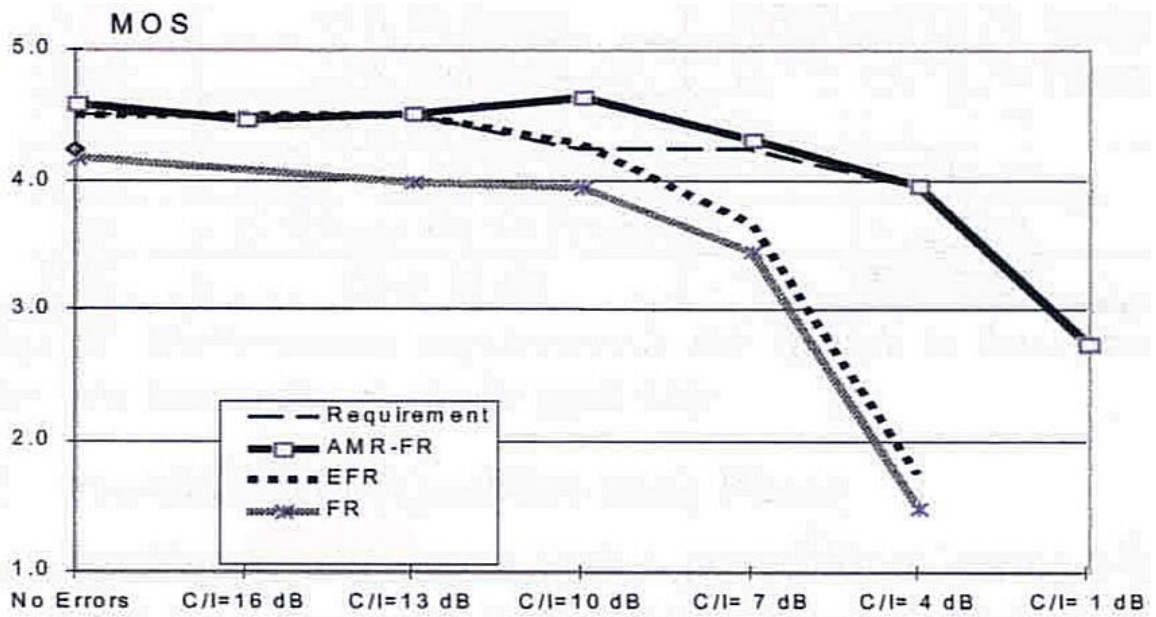
Gambar 2.16 AMR FR untuk *Clean Speech*



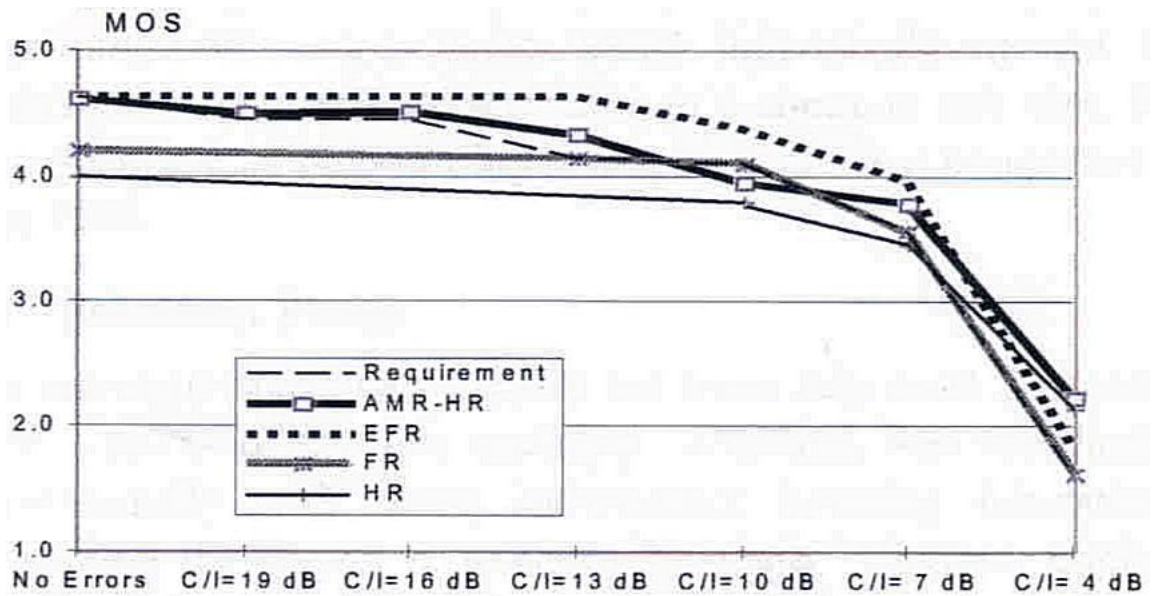
Gambar 2.17 AMR HR untuk *Clean Speech*



Gambar 2.18 AMR FR untuk Semua Mode



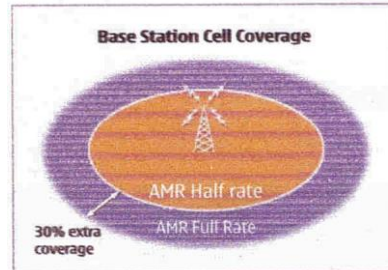
Gambar 2.19 AMR FR dengan Latar Belakang Noise



Gambar 2.20 AMR HR dengan Latar Belakang Noise

## 6. Coverage

Daerah cakupan dengan menggunakan AMR ini akan meningkat, warna orange merupakan daerah cakupan AMR HR sedangkan AMR FR mempunyai daerah cakupan yang lebih besar 30% (warna orange + ungu), seperti pada gambar 2.21.



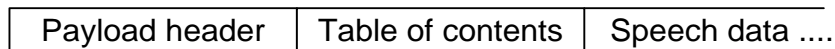
Gambar 2.21 Coverage lebih besar 30%

## F. Format Muatan pada AMR

Format muatan pada AMR mempunyai struktur yang sama, perbedaannya hanya pada tipe *codec frame*. Muatan terdiri dari *payload header* dan *payload data*.

### 1. Struktur Muatan (*Payload*)

Secara umum muatan mempunyai struktur seperti gambar 2.22 berikut :



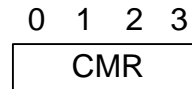
Gambar 2.22 Struktur Muatan

Muatan dapat lebih dari satu *speech frame block*, yang disebut muatan gabungan.

#### a. *Payload Header*

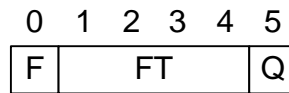
Terdiri dari 4 bit *Codec Mode Request* (CMR) (gambar 2.23), berisikan *index mode speech* yang cocok dengan tipe *frame* yang digunakan. Index tipe *frame*

bisa berupa 0-7 untuk AMR. CMR = 15 jika tidak ada mode yang digunakan, dan nilai lain untuk pengembangan dimasa datang.



Gambar 2.23 *Payload Header*

b. *Payload Table of Contents (ToC)* (gambar 2.24)



Gambar 2.24 ToC

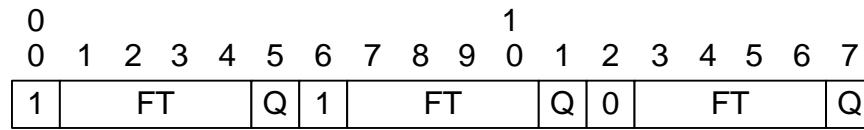
F (1 bit) = di set 1, memberitahukan bahwa *frame* ini disambung dengan *speech frame*. Di set 0, *frame* ini adalah *frame* terakhir pada muatan ini.

FT (4 bit) = mode *speech coding* dari AMR atau AMR-WB

Q (1 bit) = indikator kualitas *frame*, di set 1 jika baik dan di set 0 jika *frame* tersebut beberapa kali rusak, sehingga dapat di-set ulang dengan mode yang berbeda.

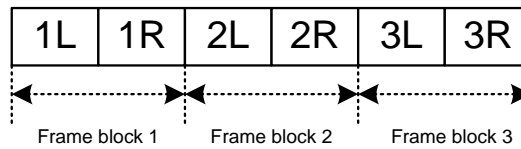
Jika ada N channel dan K *speech frame block*, maka harus dimasukkan sebanyak NxK harus dimasukkan dalam ToC, seurutan dengan *frame block* yang dikirimkan.

Contoh gambar 2.25 berikut adalah sebuah ToC dalam satu kanal menggunakan tiga buah data.



Gambar 2.25 ToC satu Kanal dengan Tiga Data

dan contoh gambar 2.26 berikut ToC dengan membawa 3 *frame block* berurutan dalam 2 Kanal.



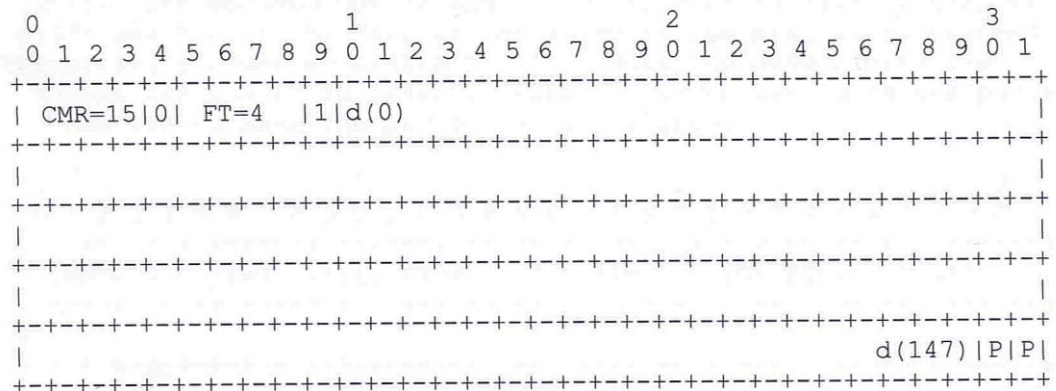
Gambar 2.26 ToC Dua Kanal dengan Tiga Frame Block

c. *Speech Data*

Setiap *speech frame* mewakili 20ms dari *code speech* dengan jenis mode dimasukkan pada ToC. Panjang *speech frame* secara detail ditampilkan pada mode bagian FT.

**2. Contoh Muatan**

a. *Single Channel Payload Carrying a Single Frame* (gambar 2.27)

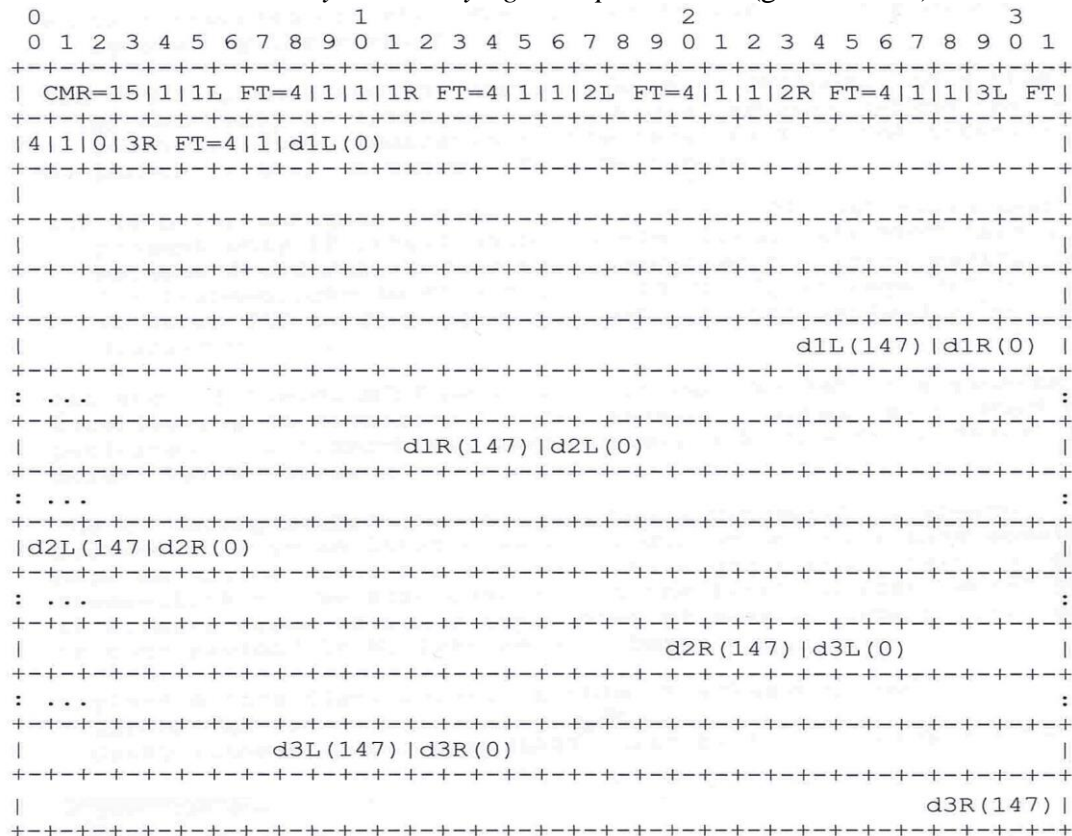


Gambar 2.27 *Single Channel Payload Carrying a Single Frame*



- pengirim melakukan *mode request* pada penerima untuk merubah mode menjadi AMR-WB 8,85 kbps (CMR = 1)
- *speech frame* tidak rusak, Q = 1
- P = bit 0 yang ditambahkan

c. *Multi Channel Payload Carrying Multiple Frames* (gambar 2.29)



Gambar 2.29 *Multi Channel Payload Carrying Multiple Frames*

- keterangan :
- 2 kanal dengan 3 *frame block*, sehingga ada 6 *speech frame*
  - Semua menggunakan mode yang sama, 7,4 kbps (FT = 4)
  - CMR = 15, tidak ada mode yang diminta
  - Dua kanal didefinisikan menjadi L (left) dan R (right)
  - *speech frame* tidak rusak, Q = 1



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Rancangan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas *speech* dari pembicaraan telepon selular yang ditunjukkan dalam bentuk data. Data yang diambil antara lain adalah trafik, drop call, SQI (*Speech Quality Index*), *Handover*, dan FER (*Frame Erasure Rate*), yang semuanya menunjukkan performansi jaringan selular GSM 2G dengan operator Telkomsel.

Penerapan sistem AMR (*Adaptive Multi Rate*) dan juga sebagai objek penelitian untuk suatu cakupan daerah yang terbatas dan daerah tersebut berada pada pusat kota. Sistem AMR diterapkan pada satu BSC (*Base Station Controller*), yang mana dipilih BSC BTPKB3 daerah Riau, dengan SQI paling rendah pada kawasan tersebut.

Penelitian mengenai AMR yang diterapkan untuk kualitas *speech* ini dan penambahan kapasitas. Dan teknologi ini akan lebih dikembangkan lagi untuk sistem GSM 2G secara optimal dimasa mendatang.

#### **B. Parameter Setting**

BSC BTPKB3 dipilih untuk penerapan AMR, total 118 cell pada sistem GSM ini. BSC BTPKB3 terletak di daerah Pekanbaru, Riau.

## 1. Transcoder Configuration

BSC ini menggunakan *transcoder* R5B. Untuk mengaktifkan fungsi AMR, setting AMR-FR dan AMR-HR yang baru harus ditetapkan. Nilai untuk setiap besaran pada *transcoder* didapat berdasarkan trafik pada jam sibuk (*busy hour*) dengan penetrasi AMR sebesar 30%. Konfigurasi *transcoder* secara detail dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1 Konfigurasi *Transcoder* sebelum Aktifasi AMR

POOL	NOTRA	TRA_CONG	UTILIZATION
EFR	3456	0.00%	38.07%
FR	768	0.00%	3.97%
HR	1536	0.23%	76.66%

Tabel 3.2 Konfigurasi *Transcoder* setelah Aktifasi AMR

TRAPPOOL	NOTRA
AFR (Prediction)	912
AHR (Prediction)	840
EFR (Prediction)	2088
FR (Prediction)	72
HR (Prediction)	1848

## 2. DHA Setting

DHA di setting pada semua cell. Hampir disemua cell mengalami *congestion*. DHA dapat bekerja pada AMR *mobile* dan non AMR *mobile* dengan parameter yang berbeda. DHA pada AMR *mobile* disebut DTHAMR, dan DHA pada non AMR *mobile* disebut DTHNAMR. DHA *setting* dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 DHA Setting

DHA	DTHAMR	DTHNAMR
ON	60	60

### 3. DYMA *Setting*

DYMA di-*setting* pada semua cell. DYMA digunakan untuk perubahan dari AFR ke AHR dan dari AHR ke AFR. Perubahan antara AFR ke AHR atau AHR ke AFR tergantung dari kualitas kanal. Jika kualitas kanal dalam keadaan baik maka AHR yang digunakan. Jika kualitas kanal jelek maka AFR yang digunakan. Dengan menggunakan DYMA tidak perlu khawatir jika AHR mengalami kualitas *speech* yang jelek, karena AHR akan berganti menjadi AFR jika kualitas kanal jelek, selama batas DHA masih belum tercapai. Jika batas DHA tercapai maka DYMA tidak akan bekerja. DYMA bekerja pada AMR *mobile* dan *non AMR mobile* dengan parameter yang berbeda. Tabel 3.4 merupakan *setting* dari DYMA.

Tabel 3.4 *Setting* DYMA

Parameter	Nilai
DMTHAMR	75
DMTHNAMR	75
DMQG	ON
DMQGAMR	30
DMQGNAMR	20
DMQB	ON
DMQBAMR	50
DMQBNAMR	40

### 4. AMR *Power Control*

AMR *mobile* mempunyai spesial parameter untuk *power control*, tapi parameter ini hanya untuk AMR FR pada BSS R10. Untuk AMR HR *power control* akan digunakan *setting power control non AMR mobile*. BSS R11 mempunyai parameter *power control* untuk AMR FR dan AMR HR. AMR *power control*

diterapkan pada BTPKB3 dengan besar nilainya berdasarkan rekomendasi dari Ericsson. Tabel 3.5 merupakan *setting power control*.

Tabel 3.5 *Setting Power Control AMR*

Paramater	Nilai
SSDESDLAFR	90
SSDESULAFR	90
QDESDLAFR	40
QDESULAFR	40

### 5. AMR *Intracell Handover Setting*

AMR *mobile* mempunyai spesial parameter untuk *intracell handover*, tapi parameter ini hanya untuk AMR FR. Untuk AMR HR *intracell handover* akan digunakan *setting* yang sama pada “*Classical GSM*”. AMR *intracell handover* diterapkan pada BTPKB3 dengan besar nilainya berdasarkan rekomendasi dari Ericsson. Tabel 3.6 merupakan *setting intracell handover*.

Tabel 3.6 *Setting AMR Intracell Handover*

PARAMETER	VALUE
SSOFFSETDLAFR	0
SSOFFSETULAFR	10
QOFFSETDLAFR	20
QOFFSETULAFR	10

### 6. AMR *Urgency Handover Parameter*

Parameter AMR *Urgency Handover* hanya untuk AMR FR, AMR HR *urgency handover* akan digunakan *setting* yang sama pada “*Classical GSM*”. AMR *urgency handover* diterapkan pada BTPKB3 dengan besar nilainya berdasarkan rekomendasi dari Ericsson. Tabel 3.7 merupakan *setting urgency handover*.

Tabel 3.7 *Setting AMR Urgency Handover*

PARAMETER	VALUE
QLIMDLAFR	65
QLIMULAFR	65

## 7. BSC Parameter

Beberapa parameter perlu diterapkan pada level BSC untuk mengaktifkan AMR, dan spesial parameter untuk *handover* diterapkan setelah AMR diaktifkan. Parameter *handover* ini disebut *AMRSPEECHVERUSE* dan *SPEECHVERUSED*. Keduanya harus diset 0, dan BSC sekitarnya dapat secara langsung berinteraksi dengan BTPKB3 (BTPKB1 dan BTPKB4).

Dengan men-set *AMRSPEECHVERUSE* dan *SPEECHVERUSED* menjadi 0, maka *handover* inter BSC akan berlangsung baik tanpa gangguan. Ketika AMR *mobile* masuk pada AMR BSC, maka akan mendapatkan AMR *codec set*. Ketika AMR *mobile* keluar dari daerah AMR BSC dan masuk pada daerah non AMR BSC, maka akan mendapatkan “*Classical*” *codec set* (EFR, FR dan HR). Untuk non AMR *mobile* akan menggunakan *non AMR codec set*. Tabel 3.8 *setting* pada BSC.

Tabel 3.8 *Setting* untuk AMR BSC

PARAMETER	LOCATION	VALUE
AMRFRSUPPORT	BTPKB3	2
AMRHRSUPPORT	BTPKB3	2
AMRSPEECHVERUSE	BTPKB3	0
SPEECHVERUSED	BTPKB3	0
SPEECHVERUSED	BTPKB1	0
SPEECHVERUSED	BTPKB4	0

### **C. Test Dasar AMR**

Test dasar ini dilakukan di laboratorium khusus (Telkomsel *Test Bed Laboratory*), untuk mengetahui apakah sistem berjalan dengan baik atau tidak. Test awal dilakukan karena teknologi ini baru pertama kali akan diterapkan didalam sistem. Test awal ini meliputi :

10. AMR dan *non AMR profiles*
11. AMR dan *non AMR SQI*
12. Pemakaian AMR *Codec Mode*
13. AMR dan *non AMR FER*
14. Test *Non AMR Mobile*
15. *Handover*
16. AMR dan *non AMR SQI* pada interference tinggi
17. Pemakaian AMR *Codec Mode* pada interference tinggi
18. AMR dan *non AMR FER* pada interference tinggi

### **D. Functionality Test**

Test yang akan dilakukan dibagi menjadi tiga bagian :

1. *SMS Functionality Test*

SMS yang dilakukan adalah mengirim dan menerima SMS dengan operator Telkomsel dan operator lain.

2. *Calling Functionality Test*

Panggilan yang dilakukan adalah menerima dan melakukan panggilan dengan operator Telkomsel dan operator lain.

### 3. *Handover Functionality Test*

*Handover Functionality Test* dilakukan untuk kedua arah yaitu dari AMR BSC ke *non* AMR BSC, dan juga sebaliknya dari *non* AMR BSC ke AMR BSC.

### **E. Drive Test**

*Drive test* merupakan cara untuk mengambil data secara langsung dilapangan dengan berkeliling menggunakan mobil dan alat bantu. Alat bantu disini berupa perangkat komputer (laptop) dengan *software* TEMS, dan perangkat *handphone*. Data yang dapat diambil dari *drive test* adalah berupa data tentang *SQI*, *FER*, *Speech Codec*, *Codec Mode*, *Accessibility* dan *Retainability* dengan menggunakan AMR dan tanpa AMR.

### **F. Network Statistic (NWS)**

NWS terletak pada BSC, NWS ini juga berupa *software* yang telah dijalankan pada BSC, sehingga semua data yang terjadi telah terekam semua. Data yang diambil dari sistem ini berupa data *TCH Drop*, *TCH Assignment Success Rate*, *Traffic Profiles*, *SDCCH Drop Rate*, *SDCCH Success Rate*, *Handover Performance*, *Codec Mode Utilization*, *FER Performance*, *DYMA Allocation*, *Transcoder Performance*.

### **G. Konfigurasi Ulang**

Untuk mendapatkan hasil maksimum maka dilakukan konfigurasi ulang pada *transcoder* berdasarkan data – data yang didapat dari penerapan awal.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### B. Deskripsi Objek Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melihat adanya peningkatan kualitas dan peningkatan trafik pada sistem komunikasi selular berbasis GSM 2G. Dan penerapan teknologi AMR untuk pertama kali ini di Telkomsel, khususnya penerapan dilaksanakan di BTPKB3 Pekanbaru, Riau.

Penelitian ini akan memberikan data – data yang akurat, sehingga teknologi ini dapat diterapkan didalam keseluruhan sistem.

#### B. Hasil Test Dasar AMR

Test ini untuk memastikan bahwa keseluruhan sistem dapat bekerja dengan baik, sebelum diterapkan secara nyata.

##### 1. AMR dan non AMR Profiles

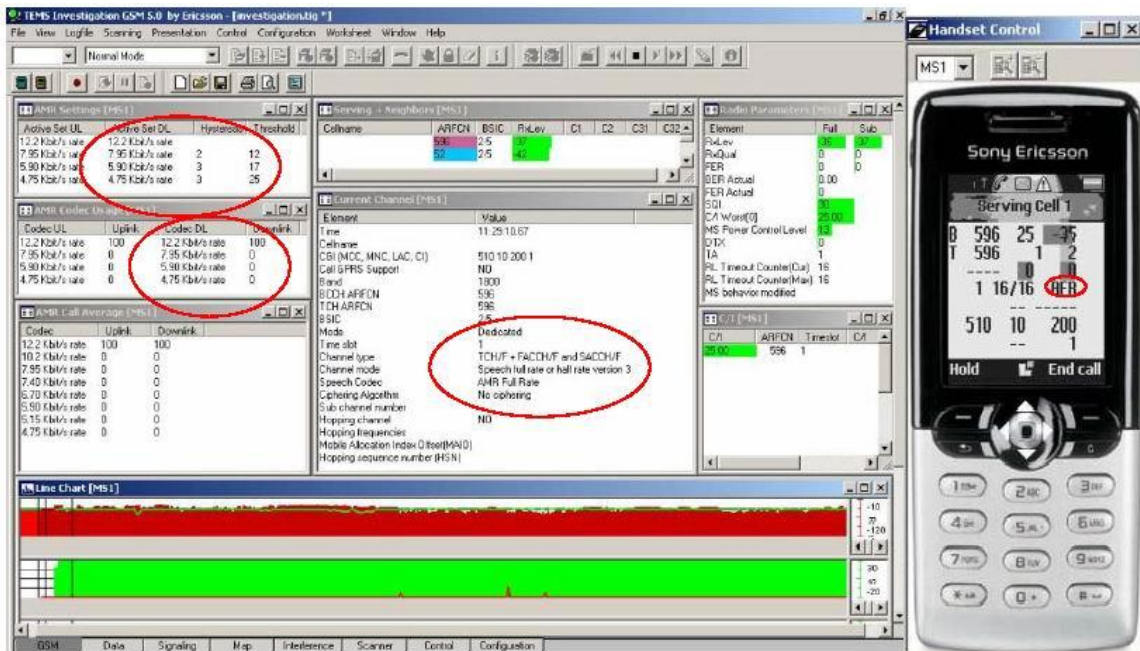
###### a) AMR FR Profile

Gambar 4.1 memperlihatkan AMR-FR *profile*, dan *codec set* yang digunakan adalah *codec set 2* (tabel 4.1). Nilai *threshold* dan *hysterisis* yang digunakan untuk AMR FR *codec set 2* ada pada tabel 4.2.

Tabel 4.1 AMR FR *Codec Set 2*

CODEC MODE	BIT RATE
Codec_Mode_1	4,75 kbps
Codec_Mode_2	5,9 kbps
Codec_Mode_3	7,95 kbps
Codec_Mode_4	12,2 kbps





Gambar 4.1 AMR FR Profile

Tabel 4.2 Nilai *Threshold* dan *Hysteresis*

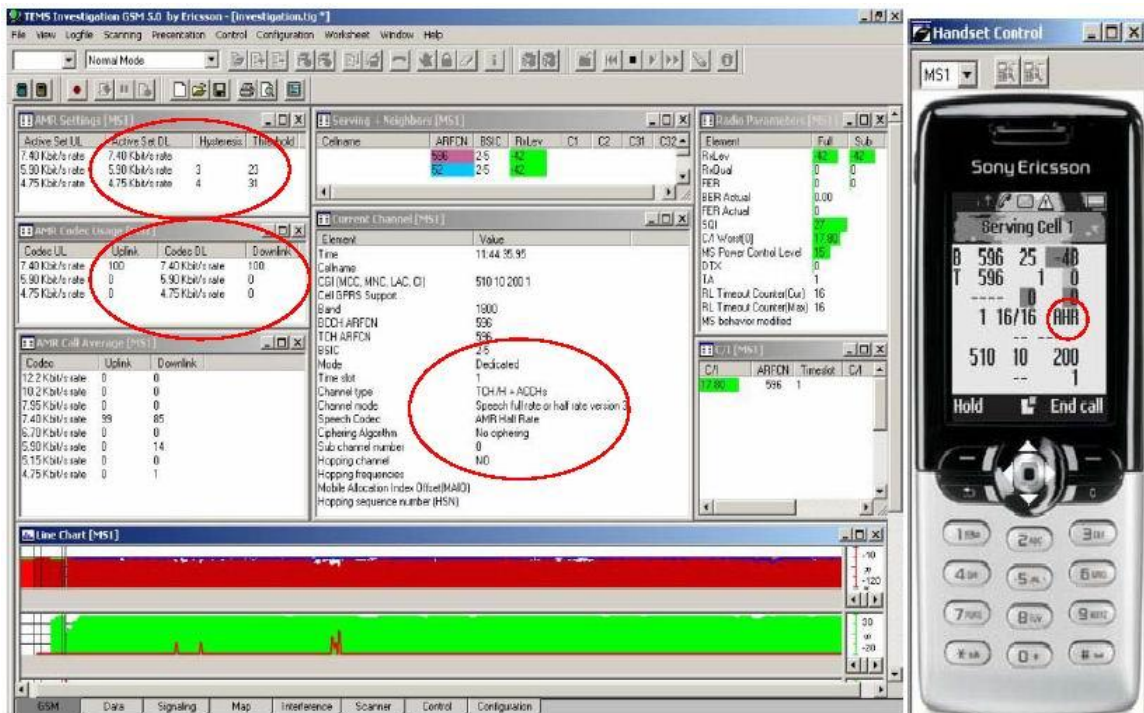
THRESHOLD	THRESHOLD (VALUE)	HYSTERESIS	HYSTERESIS (VALUE)
THR_1	12 (6 dB)	HYST_1	2 (1 dB)
THR_2	17 (8,5 dB)	HYST_2	3 (1,5 dB)
THR_3	25 (12,5 dB)	HYST_3	3 (1,5 dB)

b) AMR HR *Profile*

Gambar 4.2 memperlihatkan AMR-HR *profile*, dan *codec set* yang digunakan adalah *codec set 2* (tabel 4.3). Nilai *threshold* dan *hysteresis* yang digunakan untuk AMR HR *codec set 2* ada pada tabel 4.4.

Tabel 4.3 AMR HR *Codec Set 2*

CODEC MODE	BIT RATE
Codec_Mode_1	4,75 kbps
Codec_Mode_2	5,9 kbps
Codec_Mode_3	7,4 kbps



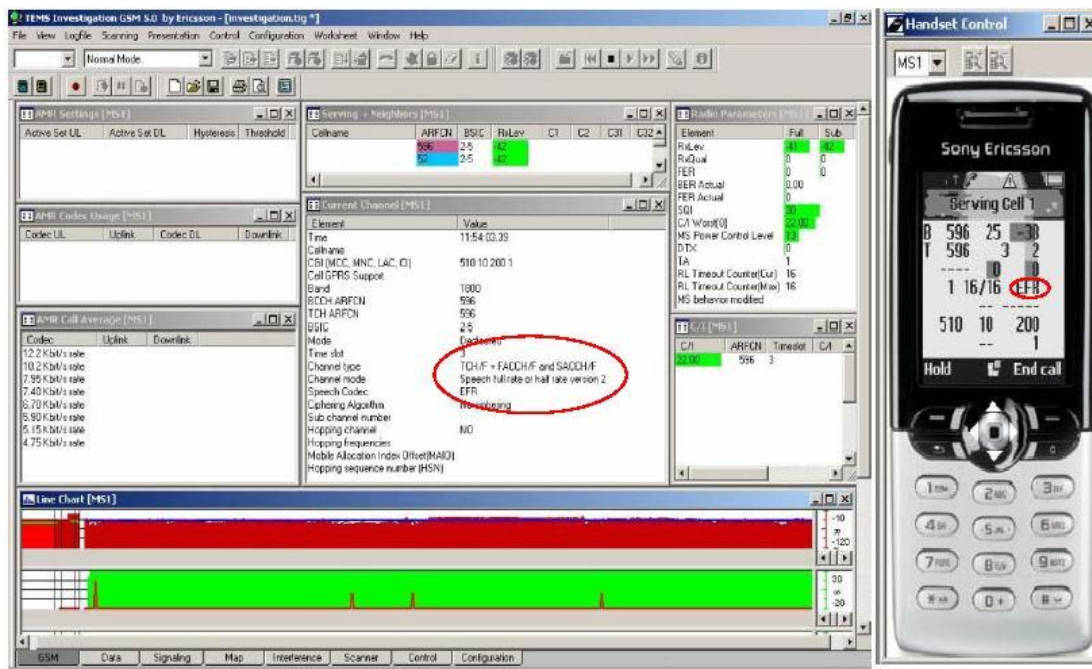
Gambar 4.2 AMR HR Profile

Tabel 4.4 Nilai Threshold dan Hysteresis

THRESHOLD	THRESHOLD (VALUE)	HYSTERESIS	HYSTERESIS (VALUE)
THR_1	23 (11,5 dB)	HYST_1	3 (1,5 dB)
THR_2	31 (15,5 dB)	HYST_2	4 (2 dB)

## c) EFR Profile

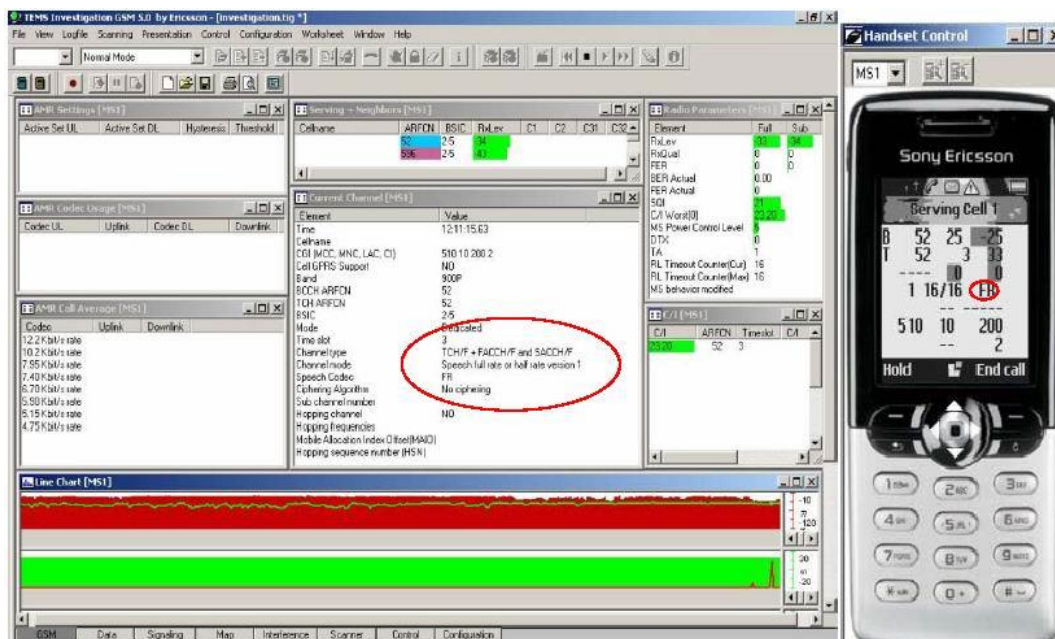
EFR *profile* dapat dilihat pada gambar 4.3. EFR selalu beroperasi pada kecepatan 12,2 kbps tidak peduli pada C/I dan tidak ada mode yang digunakan.



Gambar 4.3 EFR Profile

## d) FR Profile

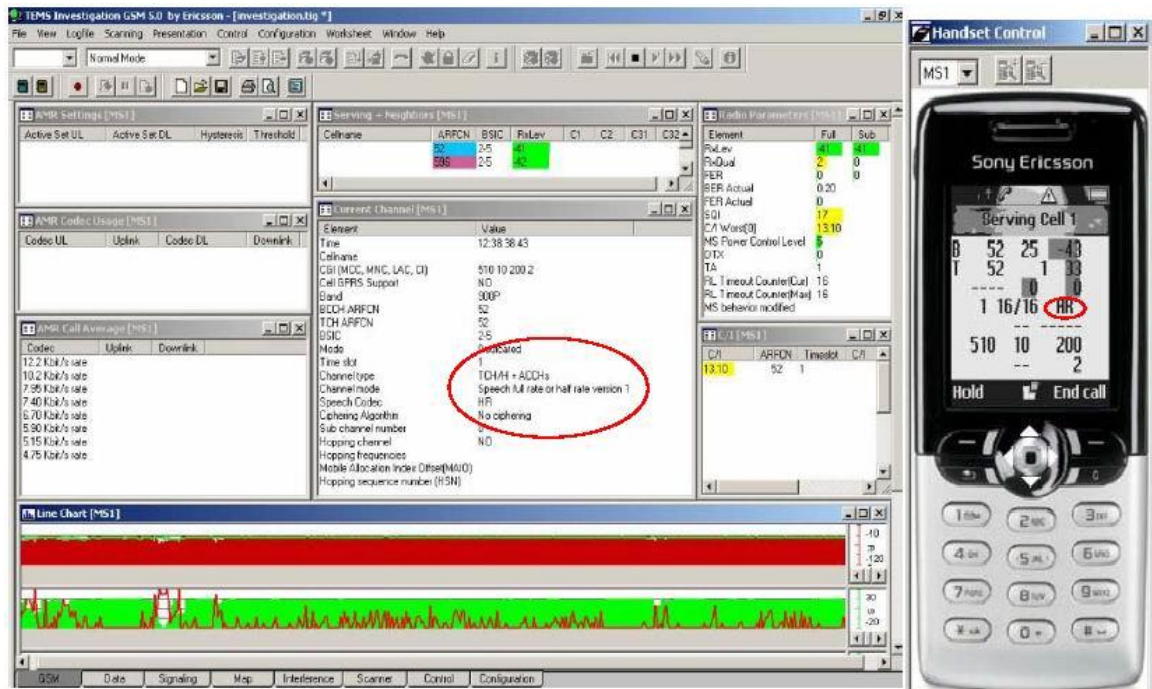
FR profile dapat dilihat pada gambar 4.4. FR selalu beroperasi pada kecepatan 13 kbps tidak peduli pada C/I dan tidak ada mode yang digunakan.



Gambar 4.4 FR Profile

### e) HR Profile

HR *profile* dapat dilihat pada gambar 4.5. HR selalu beroperasi pada kecepatan 7,4 kbps tidak peduli pada C/I dan tidak ada mode yang digunakan. Biasanya digunakan untuk menggandakan kapasitas jaringan, tetapi dengan menggunakan HR maka kualitas *speech* akan menurun.



Gambar 4.5 HR Profile

## 2. AMR dan non AMR SQI

Hasil SQI dapat dilihat pada tabel – tabel berikut, dengan beberapa jenis SQI yang dicoba, yaitu AMR FR (tabel 4.5), AMR HR (tabel 4.6), EFR (tabel 4.7), FR (tabel 4.8), dan HR (tabel 4.9).

Tabel 4.5 AMR FR SQI

AMR FR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	16	0,4 %
	$15 \leq SQI < 20$	0	0 %
	$20 \leq SQI < 25$	6	0,2 %
	$25 \leq SQI < 30$	3910	99,4 %

Tabel 4.6 AMR HR SQI

AMR HR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	59	1,7 %
	$15 \leq SQI < 20$	279	7,9 %
	$20 \leq SQI < 25$	1264	35,7 %
	$25 \leq SQI < 30$	1935	54,7 %

Tabel 4.7 EFR SQI

EFR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	16	0,4 %
	$15 \leq SQI < 20$	0	0 %
	$20 \leq SQI < 25$	7	0,2 %
	$25 \leq SQI < 30$	3730	99,4 %

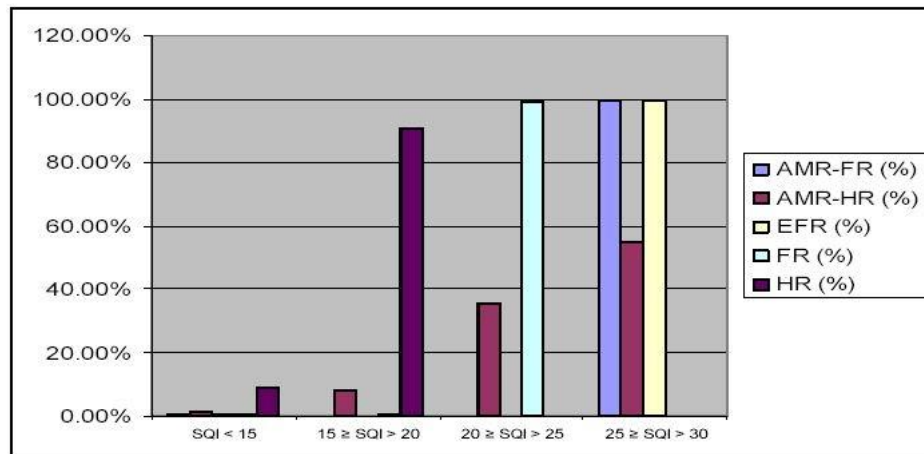
Tabel 4.8 FR SQI

FR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	15	0,4 %
	$15 \leq SQI < 20$	9	0,3 %
	$20 \leq SQI < 25$	3422	99,3 %
	$25 \leq SQI < 30$	0	0 %

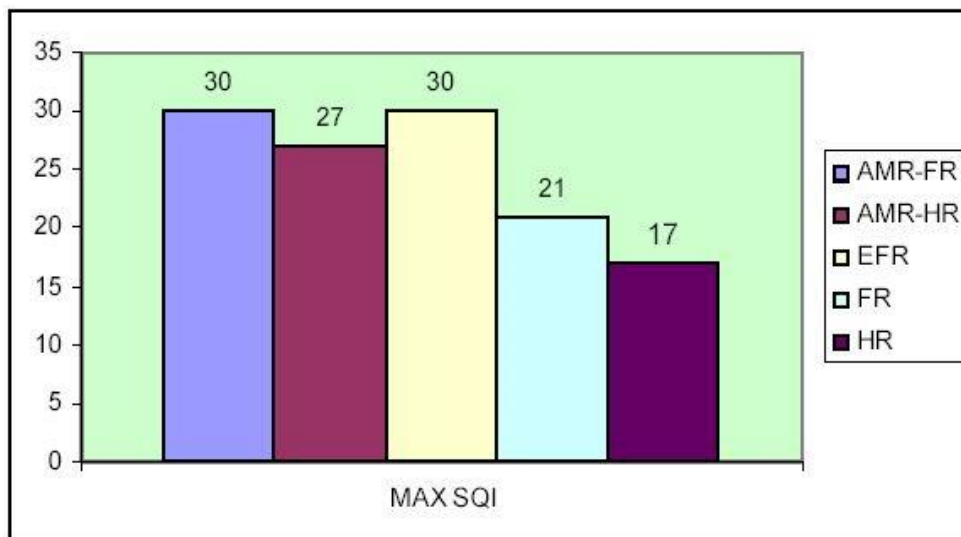
Tabel 4.9 HR SQI

HR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	304	9 %
	$15 \leq SQI < 20$	3080	91 %
	$20 \leq SQI < 25$	0	0 %
	$25 \leq SQI < 30$	0	0 %

Pada tabel 4.5 dan tabel 4.7 mempunyai nilai SQI yang sama. Nilai SQI untuk AMR FR dan EFR berkisar antara 25 sampai 30 dan dikatakan hasilnya baik. Nilai tersebut sama dan baik karena dicoba di dalam laboratorium yang mempunyai *interference* yang kecil. Jika dalam penerapannya diperkirakan hasil AMR FR lebih baik dibandingkan EFR, karena AMR FR mempunyai *codec mode* yang dapat disesuaikan dengan keadaan sistem saat itu. Perbandingan SQI dapat dilihat pada gambar 4.6 dan gambar 4.7.



Gambar 4.6 Perbandingan SQI antara AMR FR, AMR HR, EFR, FR dan HR



Gambar 4.7 Perbandingan Maksimum SQI antara AMR FR, AMR HR, EFR, FR dan HR

Pada tabel 4.6 dan tabel 4.9 memperlihatkan AMR HR mempunyai hasil yang lebih baik dibandingkan HR. Nilai SQI pada AMR HR berkisar pada 20 sampai 30, dan 50% pada nilai SQI 25 sampai 30, ini membuktikan peningkatan kualitas pada pemakaian AMR HR. Dengan menggunakan AMR pada HR merupakan bukti untuk menggandakan kapasitas dan mendapatkan kualitas *speech* yang baik sekaligus.

Pada tabel 4.5 dan tabel 4.8 memperlihatkan kualitas yang meningkat juga terjadi pada FR setelah diterapkan sistem AMR ini. Berikut ini merupakan referensi SQI.

<b>SQI Range</b>	<b>Kualitas Speech</b>
20-30	Excellent
15-19	Good
10-14	Acceptable
5-9	Bad
< 5	Very bad

### 3. Pemakaian AMR Codec Mode

Pemakaian AMR codec mode pada sistem ini dapat dilihat pada tabel 4.10 dan tabel 4.11.

Tabel 4.10 Pemakaian AMR FR Codec Mode

<b>CODEC MODE</b>	<b>BIT RATE</b>	<b>USAGE</b>
Codec_Mode_1	4,75 kbps	0 %
Codec_Mode_2	5,9 kbps	1 %
Codec_Mode_3	7,95 kbps	9 %
Codec_Mode_4	12,2 kbps	90 %

Tabel 4.11 Pemakaian AMR HR Codec Mode

<b>CODEC MODE</b>	<b>BIT RATE</b>	<b>USAGE</b>
Codec_Mode_1	4,75 kbps	0 %
Codec_Mode_2	5,9 kbps	33 %
Codec_Mode_3	7,4 kbps	67 %

Cara kerja AMR, akan memberikan *bit rate* yang tinggi untuk C/I yang baik dan memberikan *bit rate* yang rendah untuk C/I buruk. Atau dengan kata lain AMR akan memberikan bit lebih banyak untuk *error correction* dan *protection* untuk C/I yang buruk dan akan memberikan bit yang lebih banyak untuk *speech coding* jika C/I baik.

Pada tabel 4.10 dan tabel 4.11 memperlihatkan bahwa pada AMR FR lebih dominan menggunakan *codec mode 4* (12,2 kbps), dan pada AMR HR lebih dominan menggunakan *codec mode 4* (7,4 kbps) dan *codec mode 2* (5,9 kbps). Dari pemakaian dominan ini dapat dilihat bahwa C/I AMR FR lebih baik dibandingkan C/I pada AMR HR. AMR bekerja dengan merubah code rate berdasarkan nilai C/I.

- ➔ Nilai C/I rendah, AMR menggunakan code rate rendah dan memberikan bit lebih pada channel coding.
- ➔ Nilai C/I tinggi, AMR menggunakan code rate tinggi dan memberikan bit yang lebih sedikit untuk channel coding.

AMR HR akan menggangkakan kapasitas dan juga memberikan kualitas speech yang baik. Tidak seperti HR hanya menggangkakan tanpa memperhatikan kualitas.

MS non AMR akan bekerja secara normal walaupun berada pada BSC dengan fasilitas AMR. MS tersebut akan bekerja pada mode EFR, FR atau HR tergantung pada tipe transcodernya dan MS nya.



#### 4. AMR dan non AMR FER

FER dihitung dari *frame* yang dihapus dibagi dengan *frame* yang diterima. Performansi FER pada AMR FR, AMR HR, EFR, FR, dan HR diperlihatkan pada tabel 4.12 sampai tabel 4.16, dan perbandingan FER pada gambar 4.8.

Tabel 4.12 FER pada AMR FR

AMR-FR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	4011	100.00%
$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%	
$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%	
$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%	
$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%	
$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%	

Tabel 4.13 FER pada AMR HR

AMR-HR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	3611	100.00%
$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%	
$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%	
$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%	
$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%	
$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%	

Tabel 4.14 FER pada EFR

EFR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	3846	100.00%
$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%	
$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%	
$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%	
$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%	
$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%	

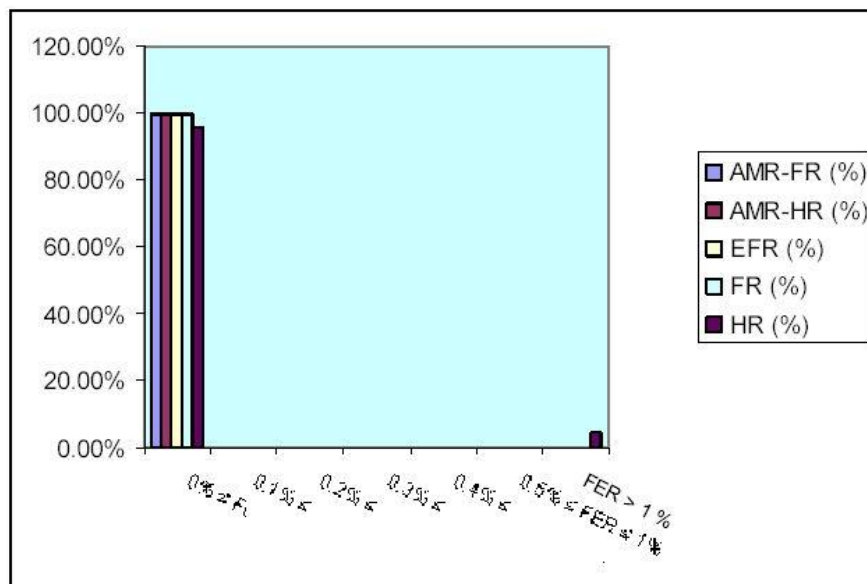
Tabel 4.15 FER pada FR

FR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	3516	100.00%
	$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%
	$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%
	$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%
	$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%
	$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%

Tabel 4.16 FER pada HR

HR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	3324	95.68%
	$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%
	$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%
	$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%
	$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%
	$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%
	$FER > 1\%$	150	4.32%

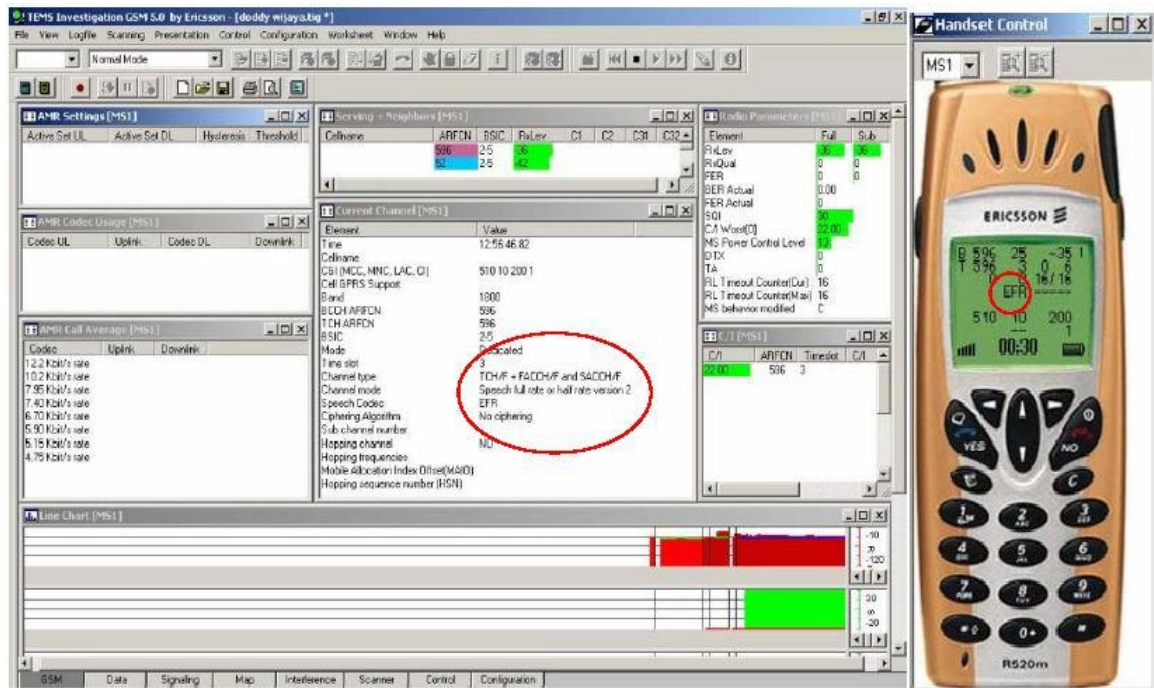
Nilai FER pada AMR FR, AMR HR, EFR dan FR hasilnya baik, karena nilai berkisar pada 0%-1%. Tetapi FER pada HR yang paling buruk dibandingkan yang lain.



Gambar 4.8 Perbandingan FER pada AMR FR, AMR HR, EFR, FR dan HR

## 5. Test *Non AMR Mobile*

Manfaat AMR hanya berfungsi untuk MS AMR, pada MS yang *non AMR* tidak akan bermanfaat. Tetapi walaupun AMR diaktifkan, MS *non AMR* tetap dapat dipakai, yaitu secara otomatis menggunakan sistem *non AMR* (EFR, FR, HR). Pada percobaan ini MS memilih EFR pada sistem ini (seperti pada gambar 4.9). Karena MS akan memilih EFR sebagai prioritas pertama, FR prioritas kedua dan HR prioritas terakhir. Dari test ini memperlihatkan bahwa MS *non AMR* akan tetap aktif atau tidak terganggu dengan adanya penambahan sistem AMR ini.



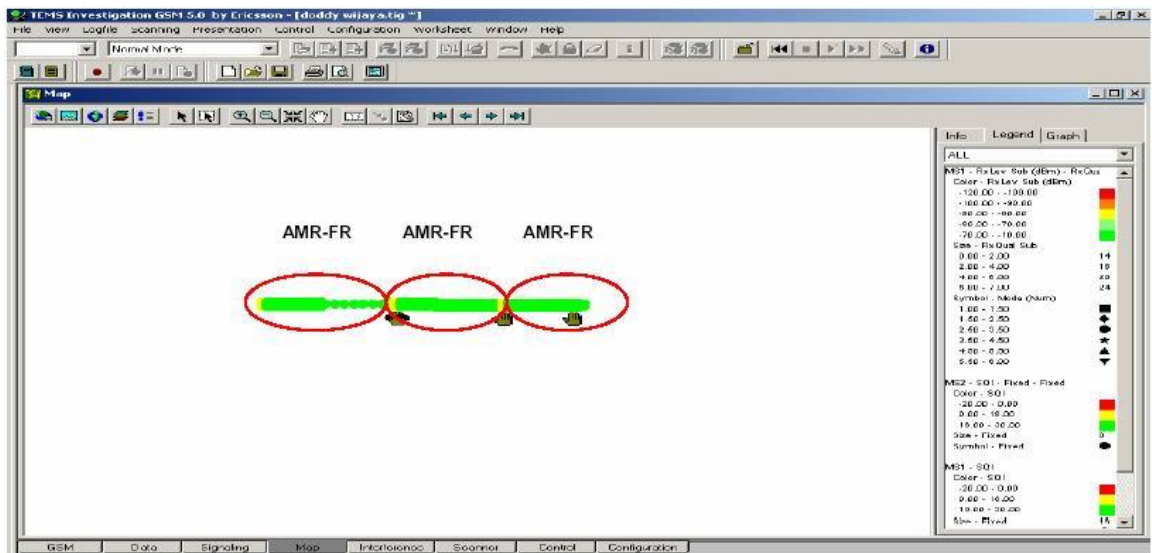
Gambar 4.9 Kondisi MS *non AMR* pada Sistem AMR

## 6. Test *Handover*

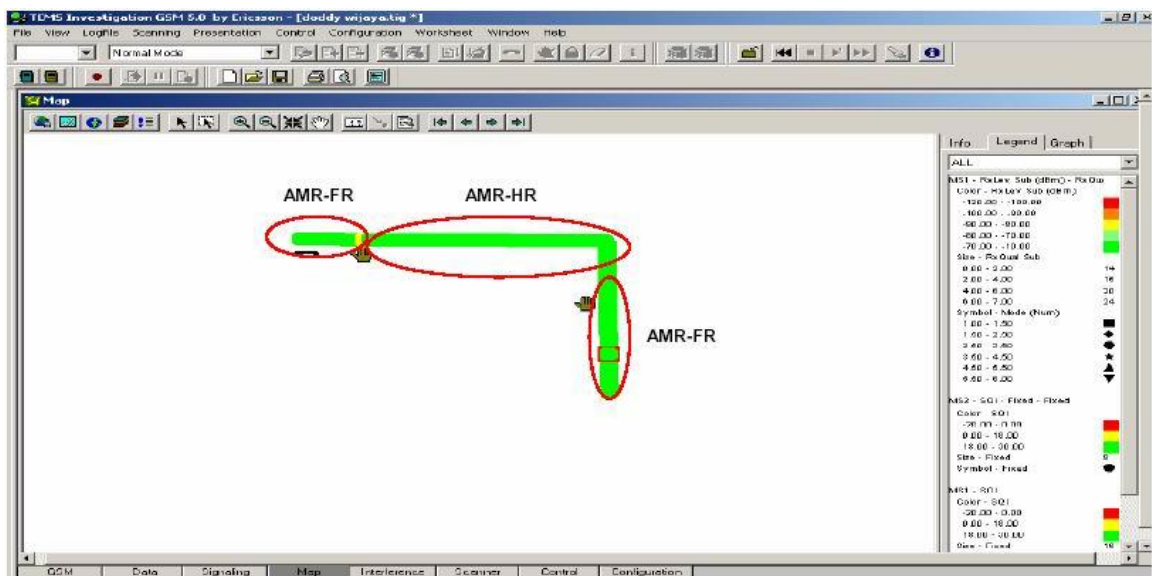
*Handover* yang dilakukan adalah antar AMR FR dan AMR FR (gambar 4.10), AMR FR dan AMR HR (gambar 4.11), AMR FR dan EFR (gambar 4.12), AMR FR

dan FR (gambar 4.13), AMR FR dan HR (gambar 4.14), AMR HR dan AMR HR (gambar 4.15), AMR HR dan EFR (gambar 4.16), AMR HR dan FR (gambar 4.17), AMR HR dan HR (gambar 4.18).

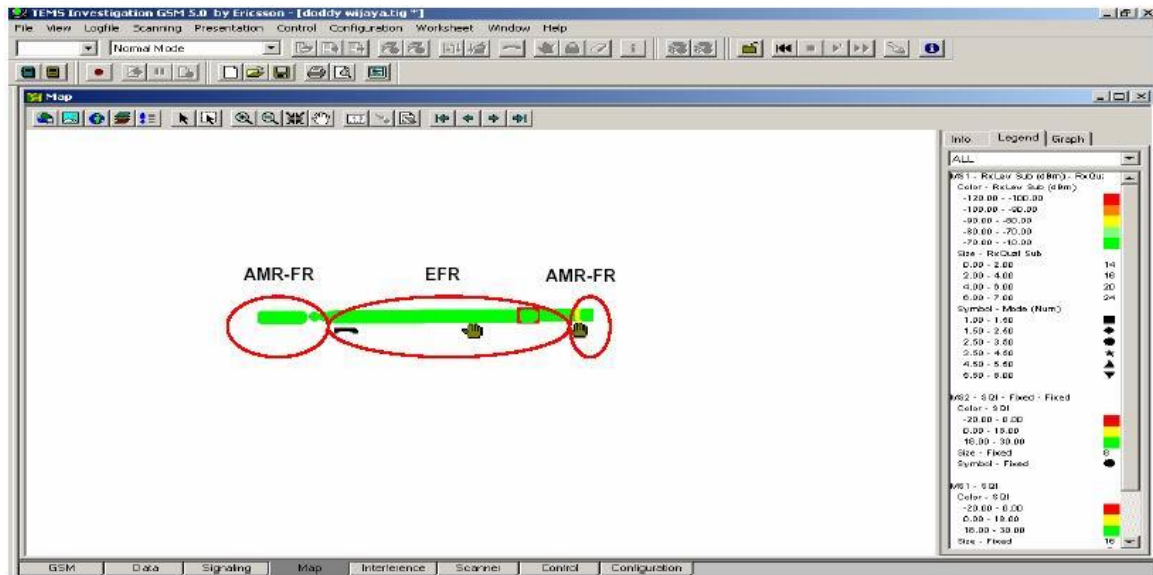
Hasil pada percobaan – percobaan diatas semuanya sukses dilakukan. Tidak ada *handover* yang gagal dan perpindahan terjadi secara halus.



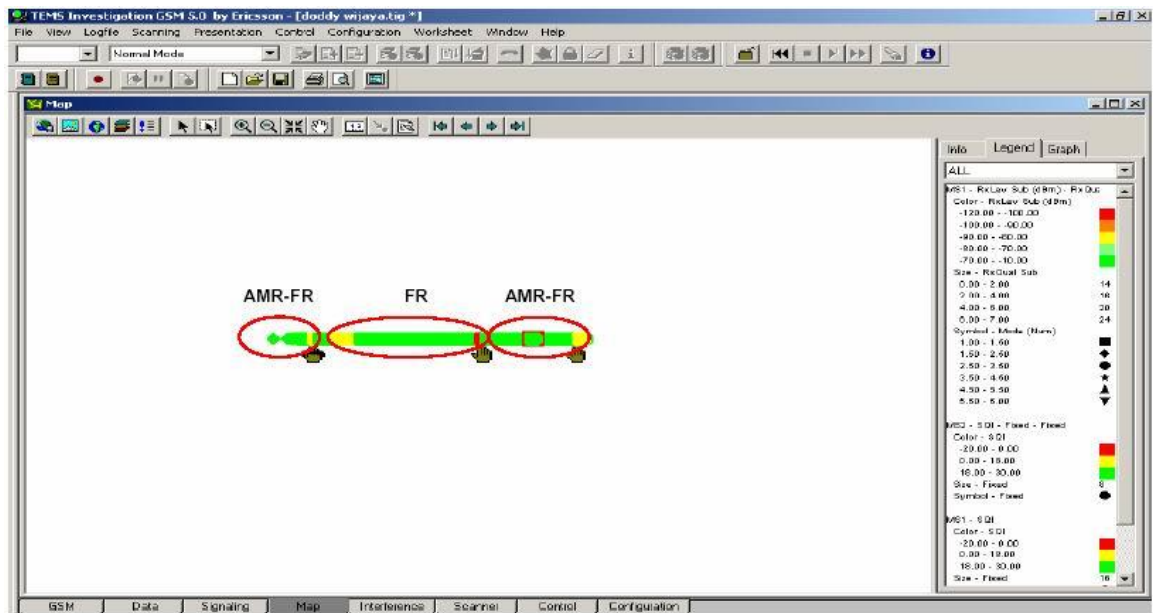
Gambar 4.10 *Handover* antar AMR FR dan AMR FR



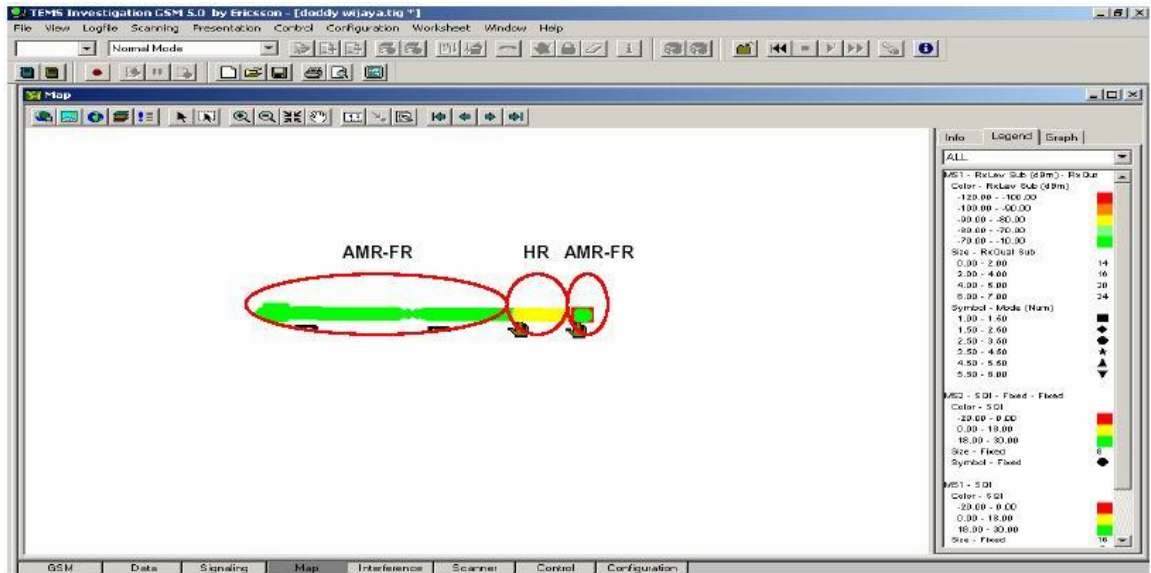
Gambar 4.11 *Handover* antar AMR FR dan AMR HR



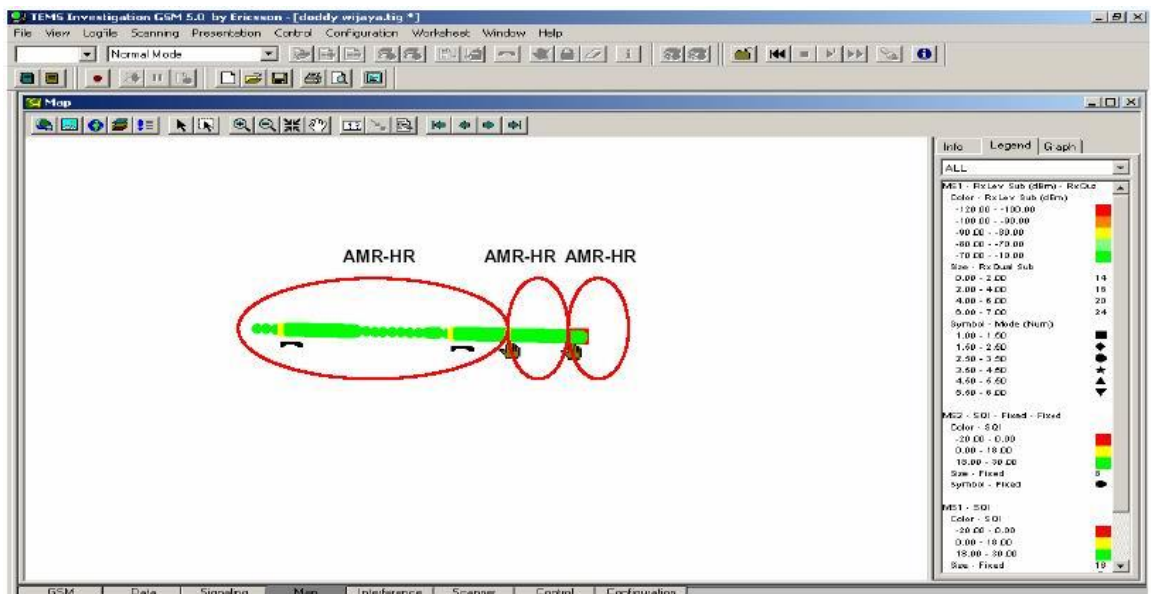
Gambar 4.12 *Handover* antar AMR FR dan EFR



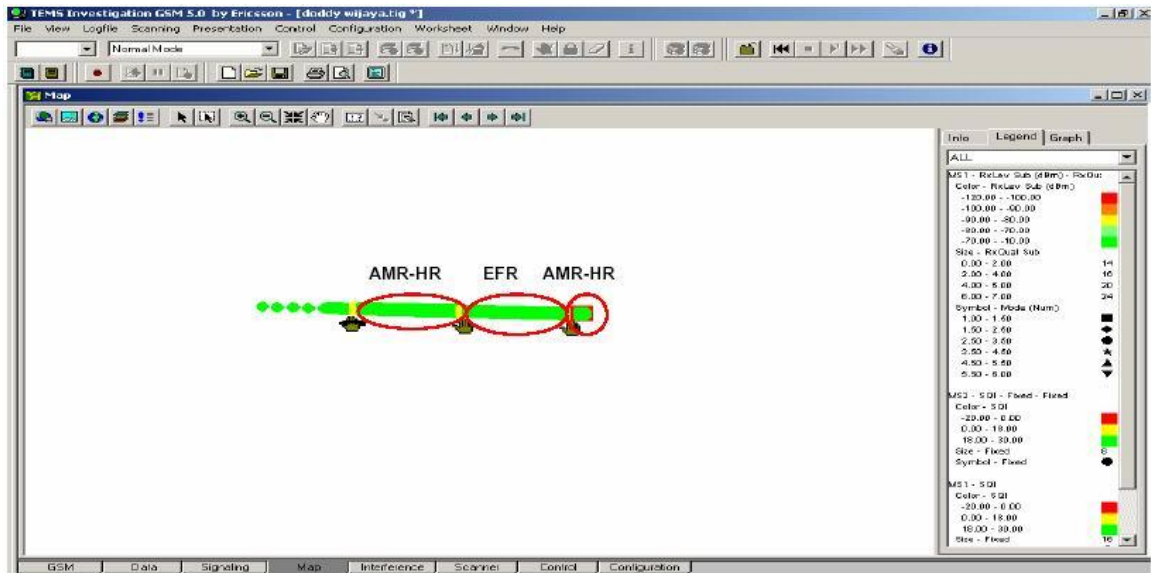
Gambar 4.13 *Handover* antar AMR FR dan FR



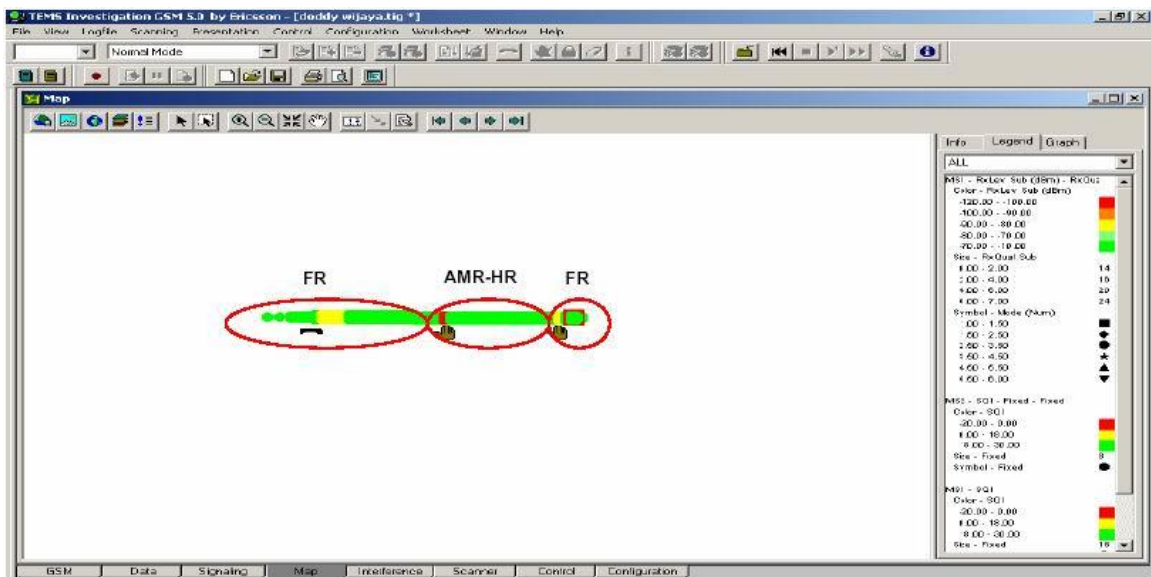
Gambar 4.14 Handover antar AMR FR dan HR



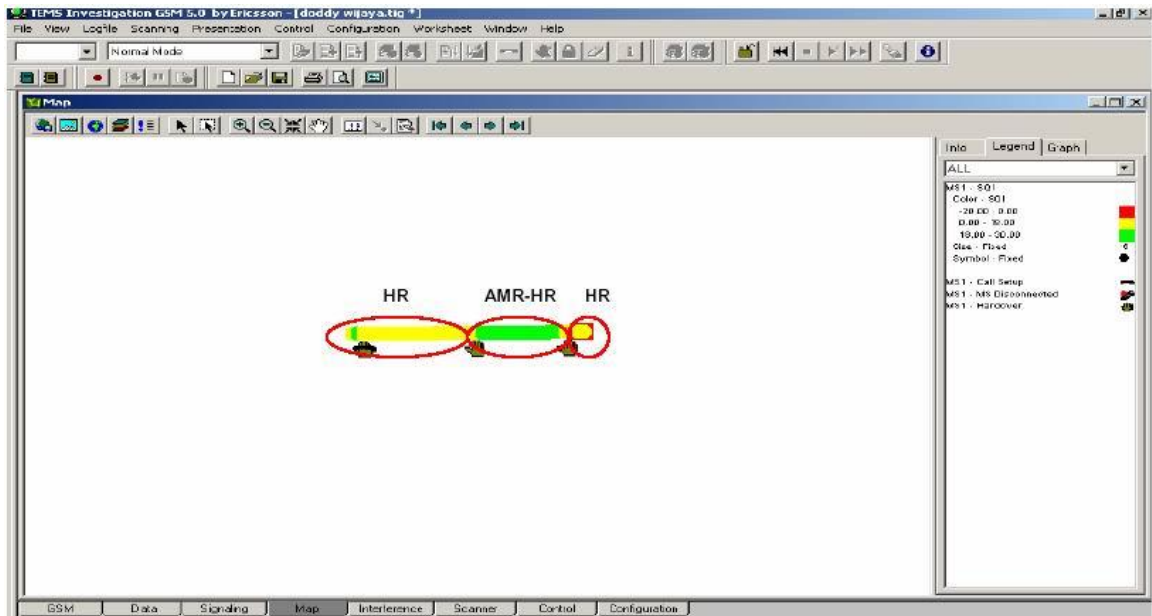
Gambar 4.15 Handover antar AMR HR dan AMR HR



Gambar 4.16 *Handover* antar AMR HR dan EFR



Gambar 4.17 *Handover* antar AMR HR dan FR



Gambar 4.18 Handover antar AMR HR dan HR

## 7. AMR dan non AMR SQI pada interference tinggi

Berikut merupakan hasil SQI dengan interference yang tinggi pada beberapa jenis mode, seperti AMR FR (tabel 4.17), AMR HR (tabel 4.18), EFR (tabel 4.19), FR (tabel 4.20), HR (tabel 4.21). Dan perbandingan semuanya dapat dilihat pada gambar 4.19.

Tabel 4.17 SQI pada AMR FR

	SQI	COUNT	PERCENTAGE
AMR FR	SQI < 15	224	4,7 %
	$15 \leq \text{SQI} < 20$	33	0,7 %
	$20 \leq \text{SQI} < 25$	360	7,6 %
	$25 \leq \text{SQI} < 30$	4101	86,9 %



Tabel 4.18 SQI pada AMR HR

AMR HR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	405	10,2 %
	$15 \leq SQI < 20$	141	3,5 %
	$20 \leq SQI < 25$	290	7,3 %
	$25 \leq SQI < 30$	3145	79 %

Tabel 4.19 SQI pada EFR

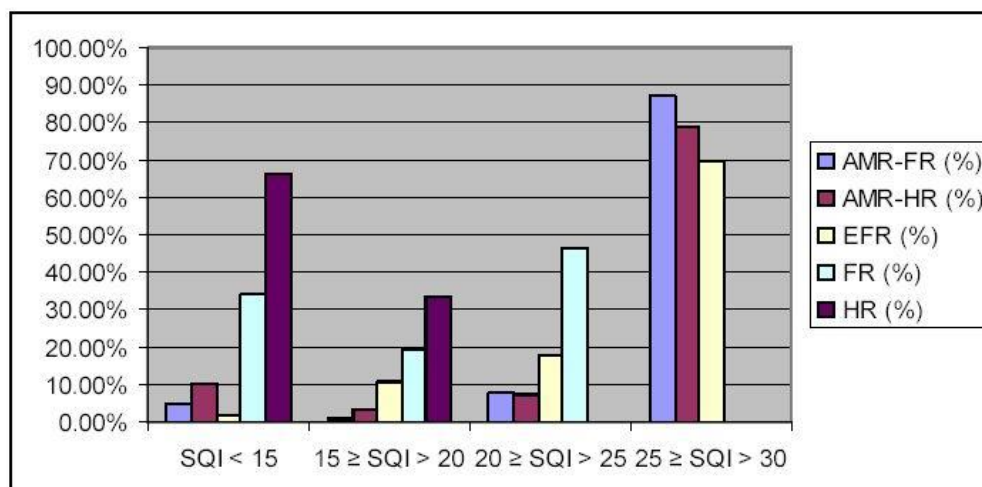
EFR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	70	1,8 %
	$15 \leq SQI < 20$	417	10,9 %
	$20 \leq SQI < 25$	673	17,5 %
	$25 \leq SQI < 30$	2677	69,8 %

Tabel 4.20 SQI pada FR

FR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	902	33,9 %
	$15 \leq SQI < 20$	518	19,5 %
	$20 \leq SQI < 25$	1237	46,6 %
	$25 \leq SQI < 30$	0	0 %

Tabel 4.21 SQI pada HR

HR	SQI	COUNT	PERCENTAGE
	$SQI < 15$	2437	66,3 %
	$15 \leq SQI < 20$	1240	33,7 %
	$20 \leq SQI < 25$	0	0 %
	$25 \leq SQI < 30$	0	0 %



Gambar 4.19 Perbandingan SQI pada AMR FR, AMR HR, EFR, FR dan HR

Pada SQI AMR FR, AMR HR, EFR dapat dikatakan masih baik, karena persentase yang besar masih pada SQI 25 sampai 30. Tetapi pada SQI FR pada SQI 20 sampai 25 dan persentasenya kurang dari 50%, hal ini bisa dikatakan kurang baik. Dan pada SQI HR merupakan yang terburuk, sehingga akan mengalami angka *drop call* yang besar. Kemungkinan *drop call* tidak terjadi pada AMR HR. Maka dapat dilihat dengan pemakaian AMR kualitas meningkat drastis baik pada HR atau FR.

### 8. Pemakaian AMR *Codec Mode* pada *interference tinggi*

Pemakaian AMR *codec mode* pada *interference tinggi*, yaitu berapa persen pemakaian untuk setiap *codec mode* agar didapat kualitas *speech* yang baik, lihat tabel 4.22 dan tabel 4.23.

Tabel 4.22 Pemakaian AMR FR Codec Mode

CODEC MODE	BIT RATE	USAGE
Codec_Mode_1	4,75 kbps	2 %
Codec_Mode_2	5,9 kbps	6 %
Codec_Mode_3	7,95 kbps	21 %
Codec_Mode_4	12,2 kbps	70 %

Tabel 4.23 Pemakaian AMR HR Codec Mode

CODEC MODE	BIT RATE	USAGE
Codec_Mode_1	4,75 kbps	16 %
Codec_Mode_2	5,9 kbps	8 %
Codec_Mode_3	7,4 kbps	76 %

### 9. AMR dan non AMR FER pada *interference* tinggi

Berikut ini performansi FER untuk AMR FR (tabel 4.24), AMR HR (tabel 4.25), EFR (tabel 4.26), FR (tabel 4.27), HR (tabel 4.28).

Tabel 4.24 FER pada AMR FR

AMR-FR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	4654	100.00%
	$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%
	$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%
	$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%
	$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%
	$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%
	$FER > 1\%$	0	0.00%

Tabel 4.25 FER pada AMR HR

AMR-HR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	3827	96.13%
	$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%
	$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%
	$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%
	$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%
	$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%
$FER > 1\%$	154	3.87%	

Tabel 4.26 FER pada EFR

EFR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	3824	85.41%
	$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%
	$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%
	$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%
	$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%
	$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%
$FER > 1\%$	653	14.59%	

Tabel 4.27 FER pada FR

FR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	2146	80.77%
	$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%
	$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%
	$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%
	$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%
	$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%
	$FER > 1\%$	511	19.23%

Tabel 4.28 FER pada HR

HR	BER	COUNT	PERCENTAGE
	$0\% \leq FER < 0.1\%$	3057	83.14%
	$0.1\% \leq FER < 0.2\%$	0	0.00%
	$0.2\% \leq FER < 0.3\%$	0	0.00%
	$0.3\% \leq FER < 0.4\%$	0	0.00%
	$0.4\% \leq FER < 0.5\%$	0	0.00%
	$0.5\% \leq FER \leq 1\%$	0	0.00%
	$FER > 1\%$	620	16.86%

### C. Functionality Test

Hasil dari test ini diperlihatkan pada tabel 4.29 (test SMS), tabel 4.30 (test *Calling*) dan tabel 4.31 (Test *Handover*). Test ini dilakukan di kawasan BTPKB3.

Tabel 4.29 Test SMS

ACTIVITY	RESULT
Incoming SMS with HALO	OK
Incoming SMS with SIMPATI	OK
Incoming SMS from INDOSAT	OK
Incoming SMS from EXCELCOM	OK
Outgoing SMS with HALO	OK
Outgoing SMS with SIMPATI	OK

Tabel 4.30 Test *Calling*

ACTIVITY	RESULT
Incoming call with HALO	OK
Incoming call with SIMPATI	OK
Incoming call from PSTN	OK
Incoming call from INDOSAT	OK
Incoming call from EXCELCOM	OK
Outgoing call with HALO	OK
Outgoing call with SIMPATI	OK

Tabel 4.31 Test *Handover*

ACTIVITY	LOCATION	RESULT
AMR-FR to AMR-FR	BTPKB3	OK
AMR-FR to AMR-HR	BTPKB3	OK
AMR-FR to EFR	BORDER	OK
AMR-FR to FR	BORDER	Can't be TESTED
AMR-FR to HR	BORDER	OK
AMR-HR to AMR-HR	BTPKB3	OK
AMR-HR to EFR	BTPKB3	OK
AMR-HR to FR	BORDER	Can't be TESTED
AMR-HR to HR	BORDER	OK

Pada tabel 4.29, hasil dari test SMS tidak ada masalah, semua berjalan dengan baik. Pada tabel 4.30, hasil dari test *calling* juga tidak ada masalah. Pada tabel 4.31 hasil test *handover* untuk AMR FR atau AMR HR ke FR tidak dapat dilakukan karena MS yang digunakan merupakan MS dengan EFR *support*, sehingga pada saat *handover* terjadi prioritas tertinggi pada EFR.

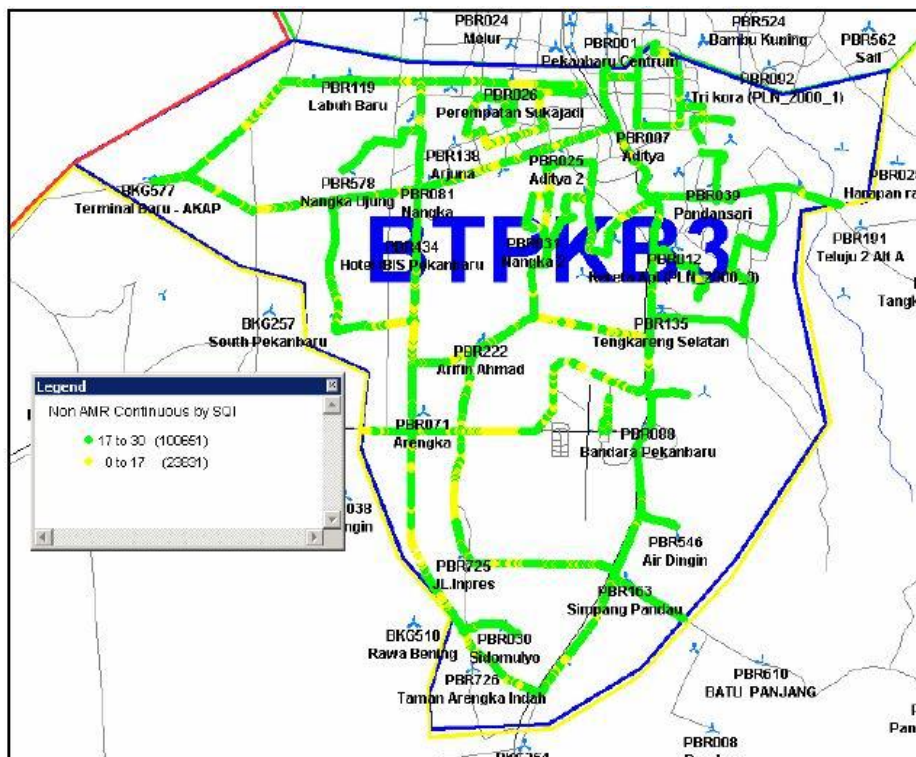
*Handover* dari AMR FR atau AMR HR ke FR dapat berhasil dicoba dengan menggunakan 3 cara. Cara pertama dengan mematikan fungsi EFR sehingga prioritas tertinggi ada pada FR, tetapi hal ini tidak dilakukan karena resiko terlalu tinggi. Resiko tinggi karena sistem masih berjalan dan dapat mengakibatkan banyak terjadi *drop call*.

Cara kedua dengan merubah konfigurasi semua *pool* EFR ke *pool* FR. Karena BTPKB3 menggunakan R5B maka konfigurasi dapat dilakukan tetapi membutuhkan waktu yang sangat lama, belum lagi setelah test selesai konfigurasi dirubah ke semula, cara ini tidak efisien.

Cara ketiga dengan menggunakan perangkat TEMS *mobile* yang lama atau tidak *support* EFR, tetapi untuk mencari alat tersebut sudah susah dicari. Pada BSC BTPKB3 menggunakan TEMS R520, ini sudah tergolong teknologi lama dan sudah *support* EFR. Jadi cara ini pun tidak dapat dilakukan.

#### D. Hasil Drive Test

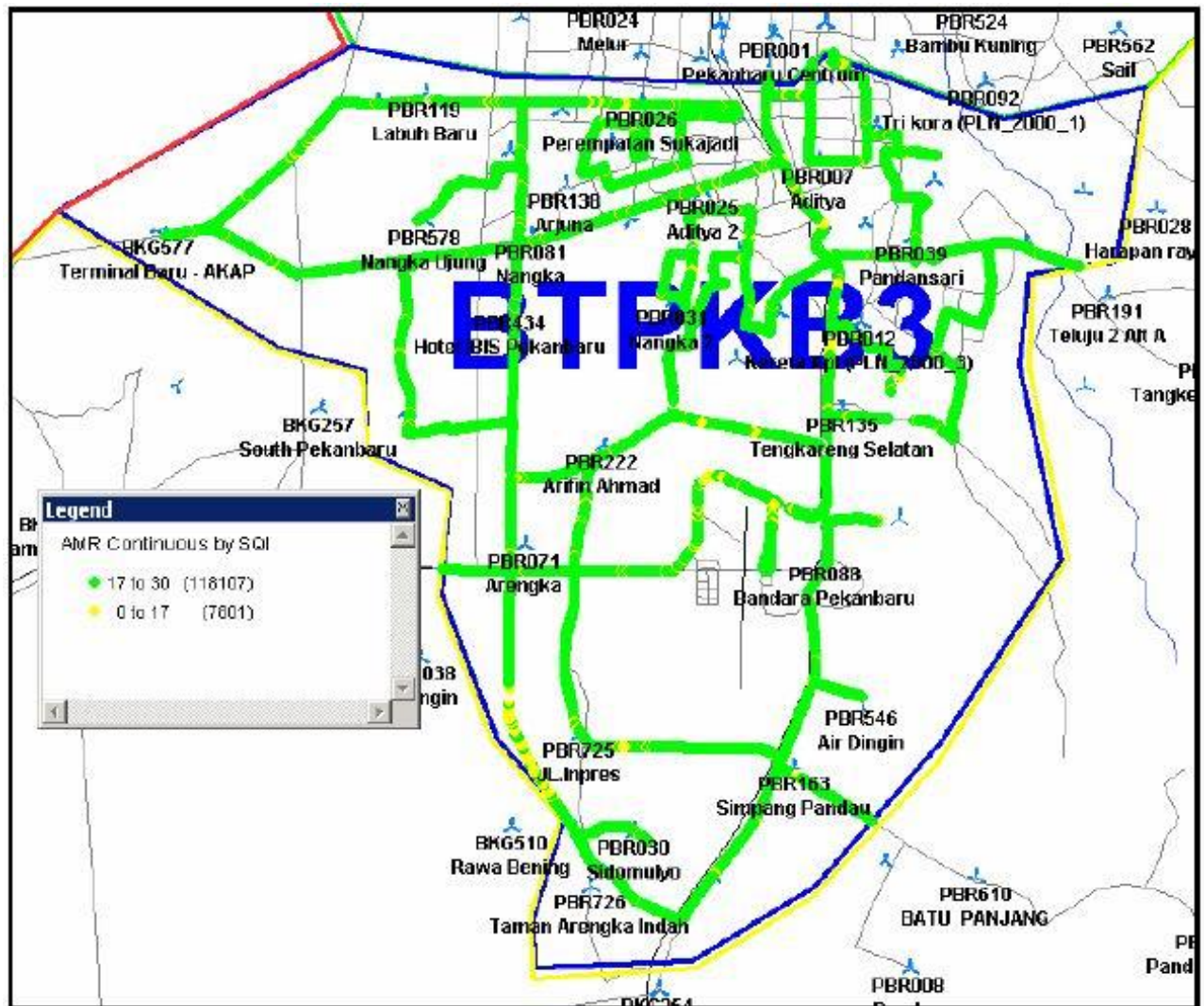
Perfomansi pada BTPKB3 diperlihatkan pada gambar berikut. Gambar 4.20 memperlihatkan performansi SQI untuk *non AMR mobile*. Dan hasil pada tabel 4.32.



Gambar 4.20 Performansi SQI untuk *non AMR Mobile*Tabel 4.32 SQI untuk *non AMR Mobile*

SQI	PERCENTAGE
0 to 17	19.14%
17 to 30	80.86%
<b>AVERAGE SQI</b>	<b>21.9</b>

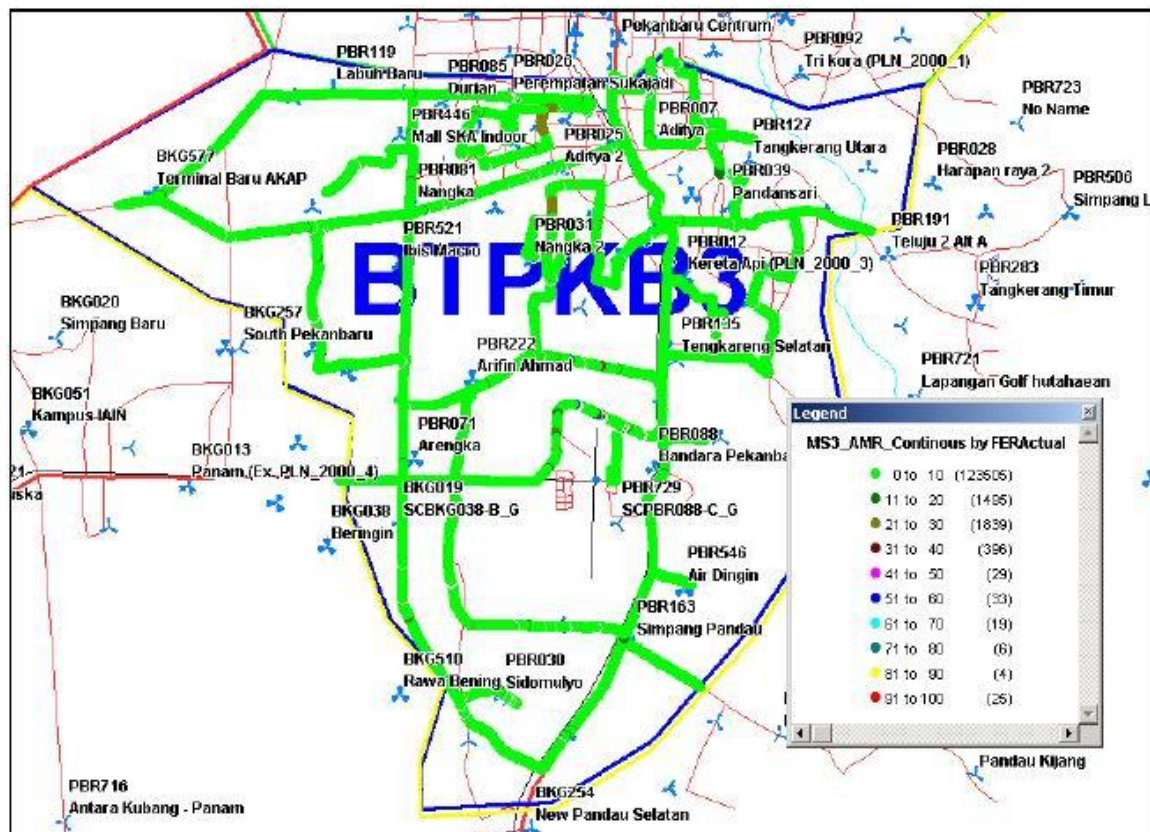
Gambar 4.21 memperlihatkan performansi SQI untuk *AMR mobile*, dan hasilnya pada tabel 4.33.

Gambar 4.21 Performansi SQI untuk *AMR mobile*

Tabel 4.33 SQI untuk AMR *mobile*

SQI	PERCENTAGE
0 to 17	6.20%
17 to 30	93.80%
AVERAGE SQI	26.33

Gambar 4.22 memperlihatkan performansi FER untuk *non AMR mobile* dan hasilnya pada tabel 4.34.

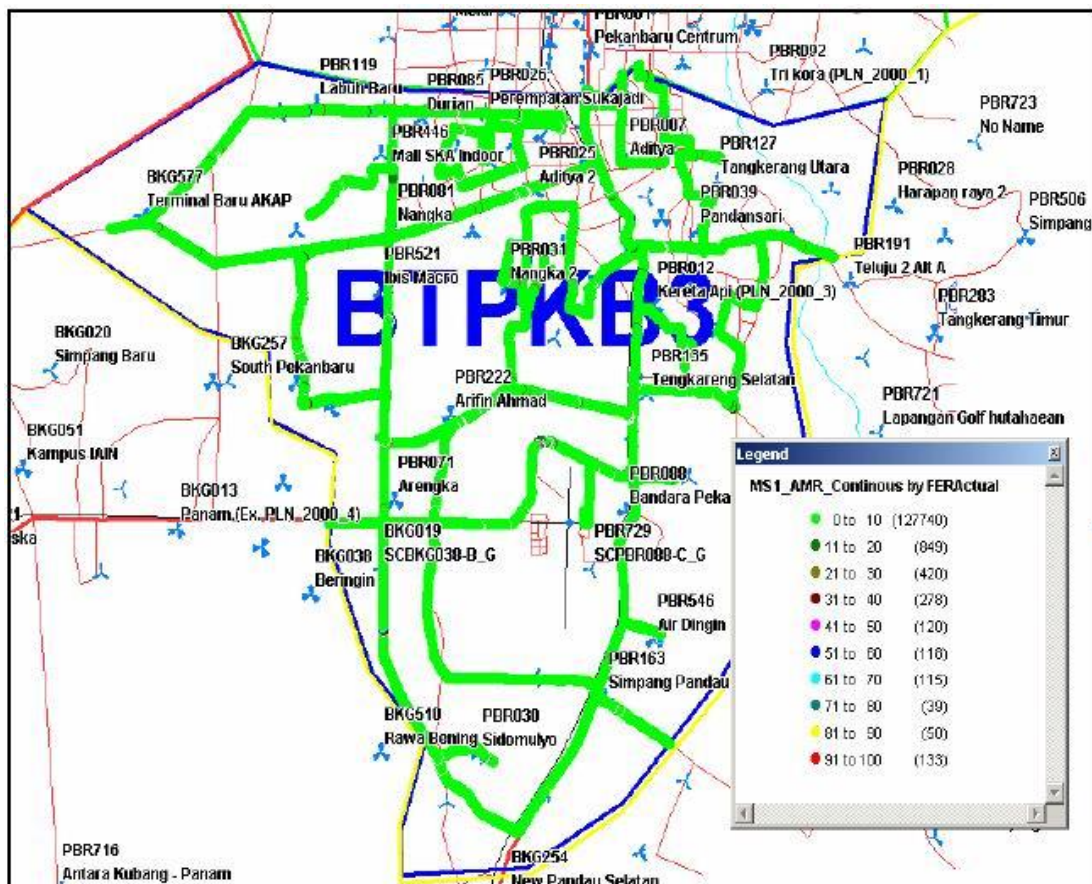
Gambar 4.22 Performansi FER untuk *non AMR Mobile*



Tabel 4.34 FER untuk *non AMR Mobile*

FER	PERCENTAGE
0% to 10%	96,98 %
11% to 20%	1,17 %
21% to 30%	1,44 %
31% to 40%	0,31 %
41% to 50%	0,02 %
51% to 60%	0,03 %
61% to 70%	0,01 %
71% to 80%	0,00 %
81% to 90%	0,00 %
91% to 100%	0,02 %

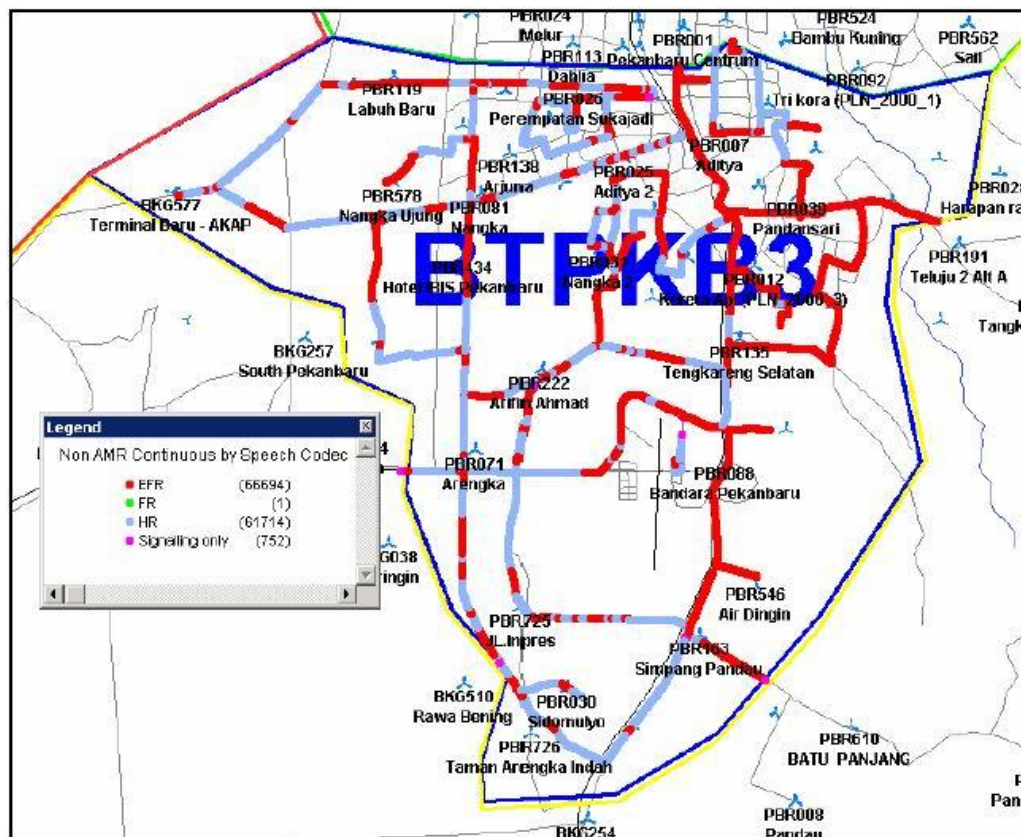
Gambar 4.23 memperlihatkan performansi FER untuk AMR *mobile* dan hasilnya pada tabel 4.35.

Gambar 4.23 Performansi FER untuk AMR *Mobile*

Tabel 4.35 FER untuk AMR Mobile

FER	PERCENTAGE
0% to 10%	98,37 %
11% to 20%	0,65 %
21% to 30%	0,32 %
31% to 40%	0,21 %
41% to 50%	0,09 %
51% to 60%	0,09 %
61% to 70%	0,09 %
71% to 80%	0,03 %
81% to 90%	0,04 %
91% to 100%	0,10 %

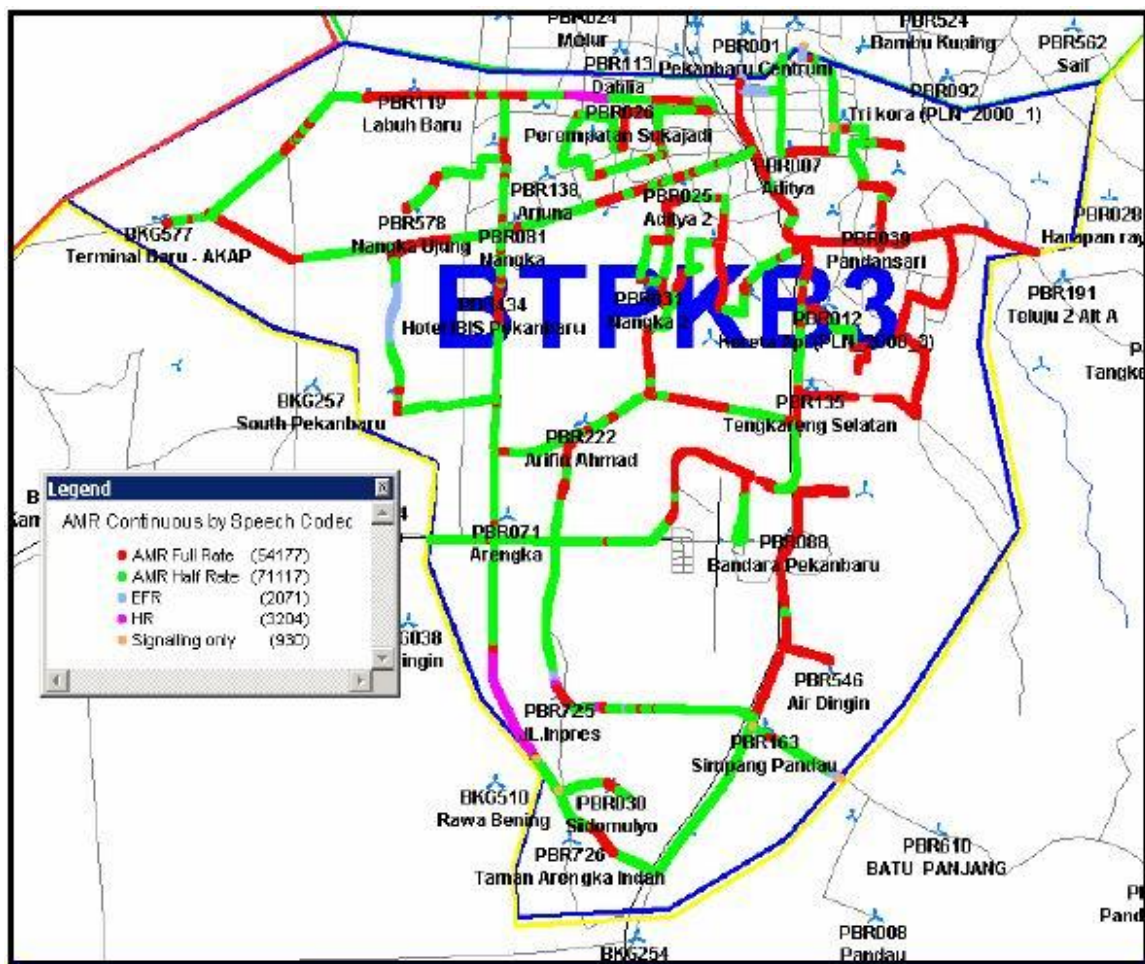
Gambar 4.24 memperlihatkan performansi pemakaian *speech code* untuk *non AMR mobile*, dan hasilnya pada tabel 4.36.

Gambar 4.24 Performansi Pemakaian *Speech Code* untuk *non AMR Mobile*

Tabel 4.36 Pemakaian *Speech Code* untuk *non AMR Mobile*

SPEECH CODEC	PERCENTAGE
EFR	51,94 %
HR	48,06 %
FR	0,00 %

Gambar 4.25 memperlihatkan performansi pemakaian *speech code* untuk AMR *mobile*, dan hasilnya pada tabel 4.37. Serta pemakaian *codec mode* untuk AMR FR dan AMR HR dapat dilihat pada tabel 4.38 dan tabel 4.39.

Gambar 4.25 Pemakaian *Speech Code* untuk AMR *Mobile*

Tabel 4.37 Pemakaian *Speech Code* untuk AMR Mobile

SPEECH CODEC	PERCENTAGE
AFR	41,55 %
AHR	54,54 %
EFR	1,59 %
HR	2,32 %

Tabel 4.38 Pemakaian *Codec Mode* untuk AMR FR

CODEC MODE	PERCENTAGE
12,2 kbps	75,28 %
7,95 kbps	7,88 %
5,90 kbps	9,33 %
4,75 kbps	7,51 %

Tabel 4.39 Pemakaian *Codec Mode* untuk AMR HR

CODEC MODE	PERCENTAGE
7,95 kbps	92,31 % (9751)
5,90 kbps	5,44 % (575)
4,75 kbps	2,24 % (237)

Hasil *Accessibility* dan *Retainability* untuk AMR dan non AMR Mobile pada BTPKB3 dan daerah perbatasan dapat dilihat pada tabel 4.40 dan tabel 4.41.

Tabel 4.40 *Accessibility* dan *Retainability* untuk AMR dan non AMR Mobile

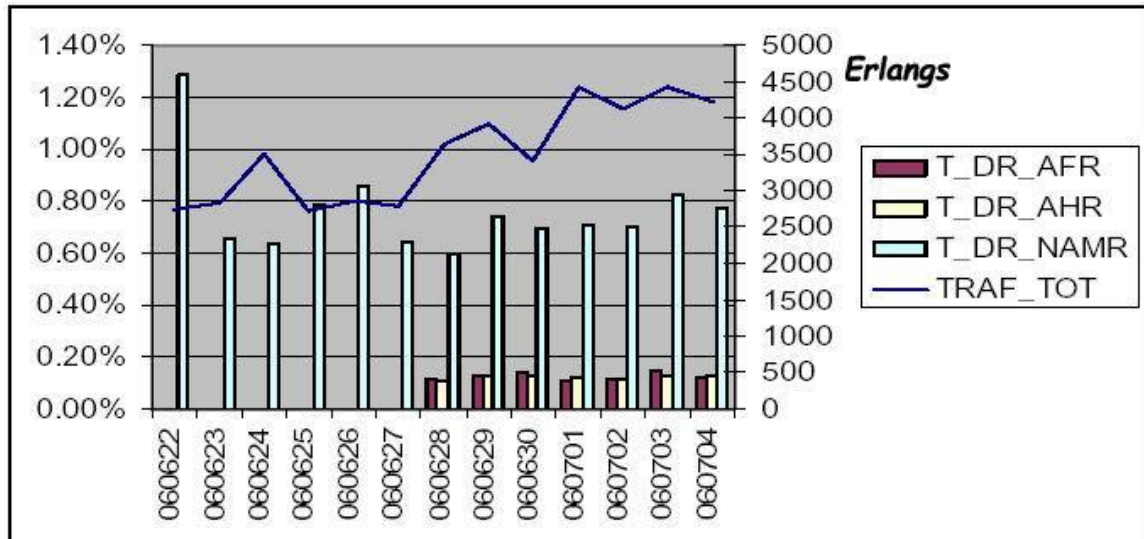
OBJECT MEASUREMENT	AMR Mobile	Non AMR Mobile
CSSR (%)	100%	99,38%
Call Drop Rate (%)	0%	0%
Successful call (%)	100%	100%
Handover Success Rate (%)	99,23%	95,51%

Tabel 4.41 *Accessibility* dan *Retainability* untuk AMR dan non AMR Mobile pada daerah perbatasan.

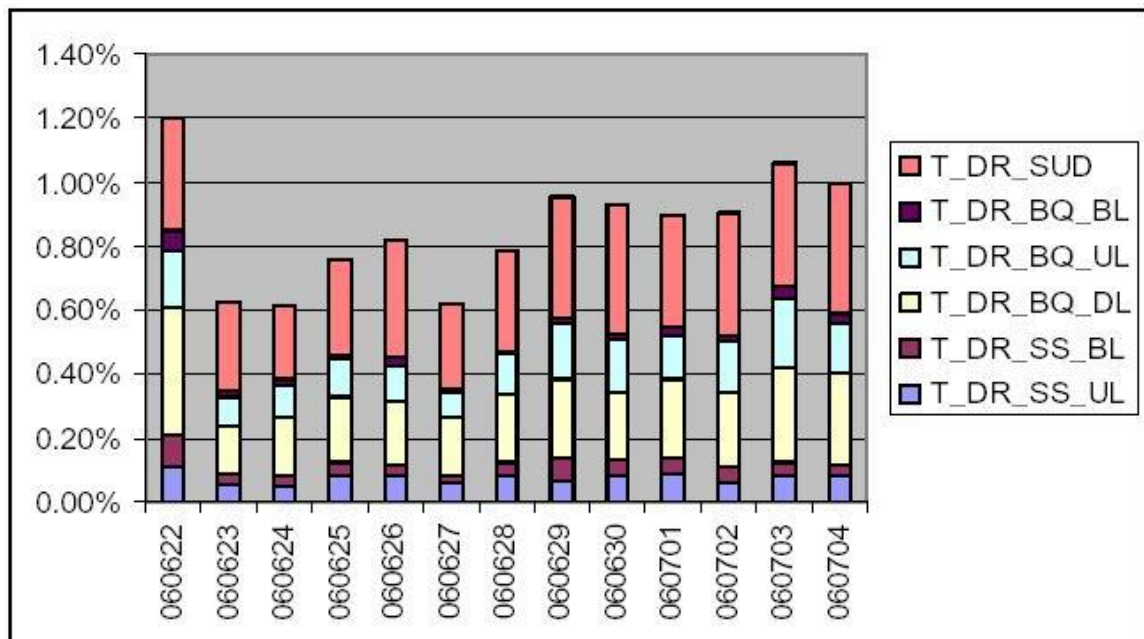
OBJECT MEASUREMENT	AMR Mobile	Non AMR Mobile
CSSR (%)	100%	100,00%
Call Drop Rate (%)	0%	0%
Successful call (%)	100%	100%
Handover Success Rate (%)	100%	95,45%

### E. Network Statistic (NWS)

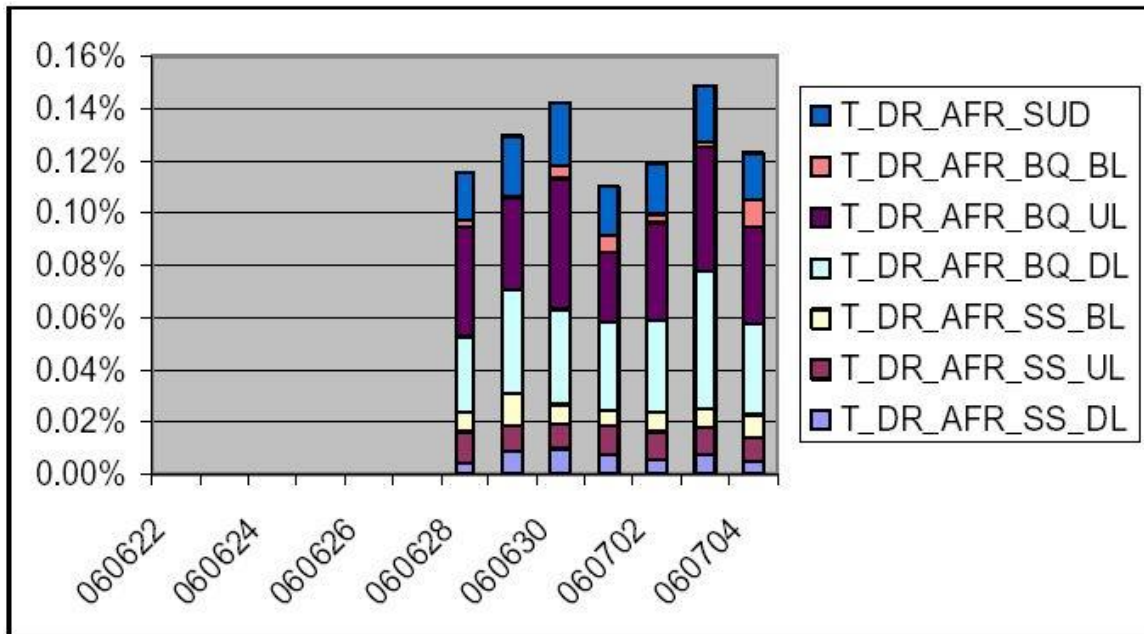
Gambar 4.26 sampai gambar 4.30 merupakan data TCH *drop rate* yang diambil dari NWS pada BSC BTPKB3.



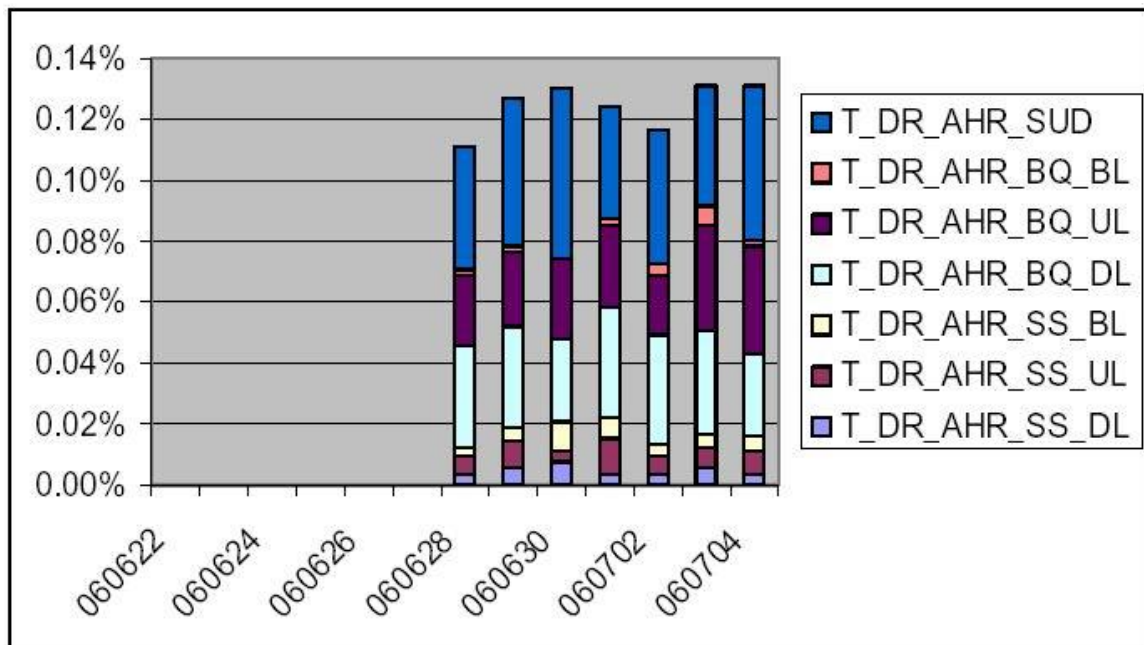
Gambar 4.26 TCH Drop Rate



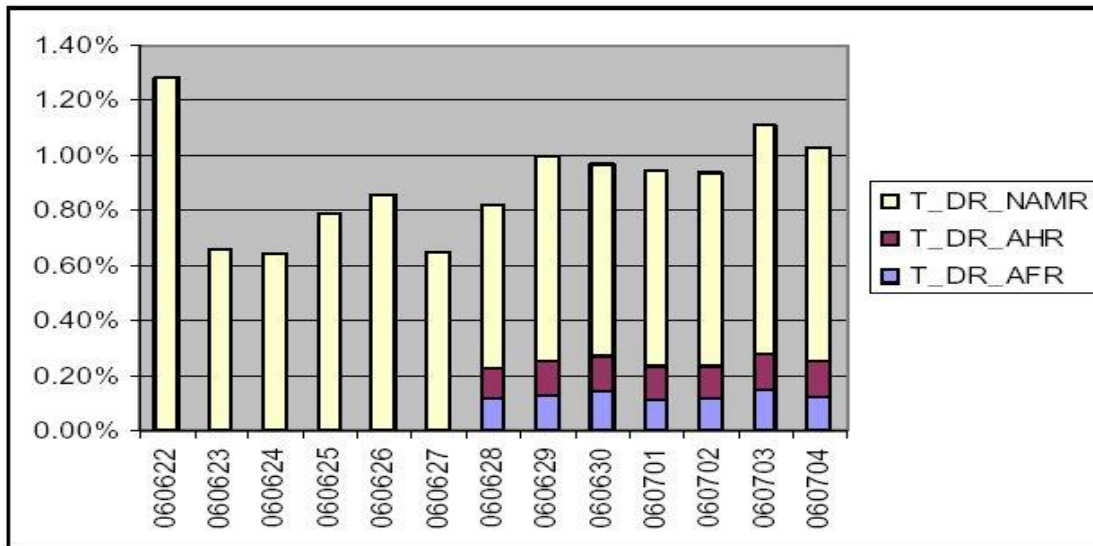
Gambar 4.27 TCH Drop Rate Non-AMR



Gambar 4.28 TCH Drop Rate AMR FR

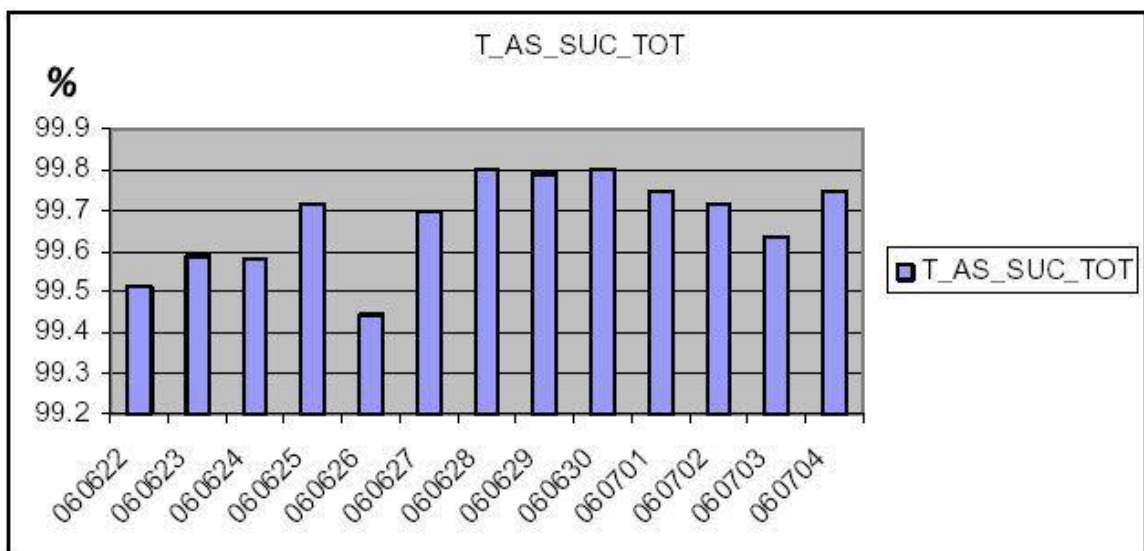


Gambar 4.29 TCH Drop Rate AMR HR



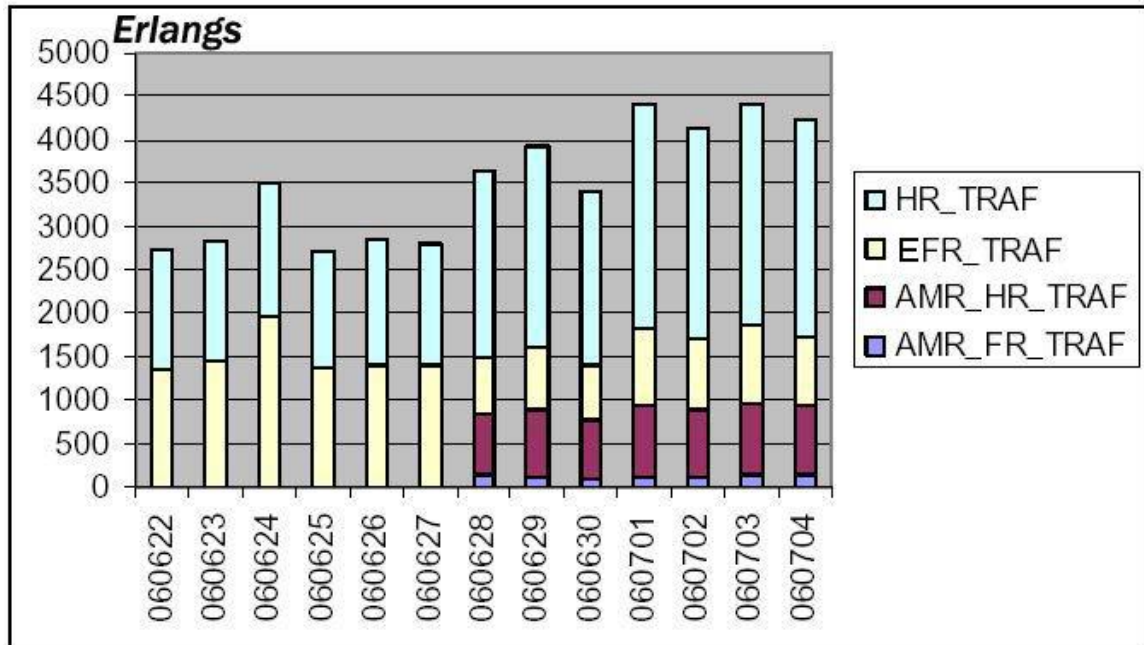
Gambar 4.30 Total TCH Drop Rate

TCH *drop rate* secara total naik 0,19%. Sebelum pemakaian AMR TCH *drop rate* adalah 0,81% dan setelah pemakaian AMR menjadi 1%. Hal ini masih dapat diterima karena 1% masih dalam batas wajar, selain itu yang paling penting adalah total TCH trafik setelah AMR menjadi 4426 Erlangs yang sebelumnya 3504 Erlangs. Gambar 4.31 merupakan hasil total TCH *assignment success rate*.

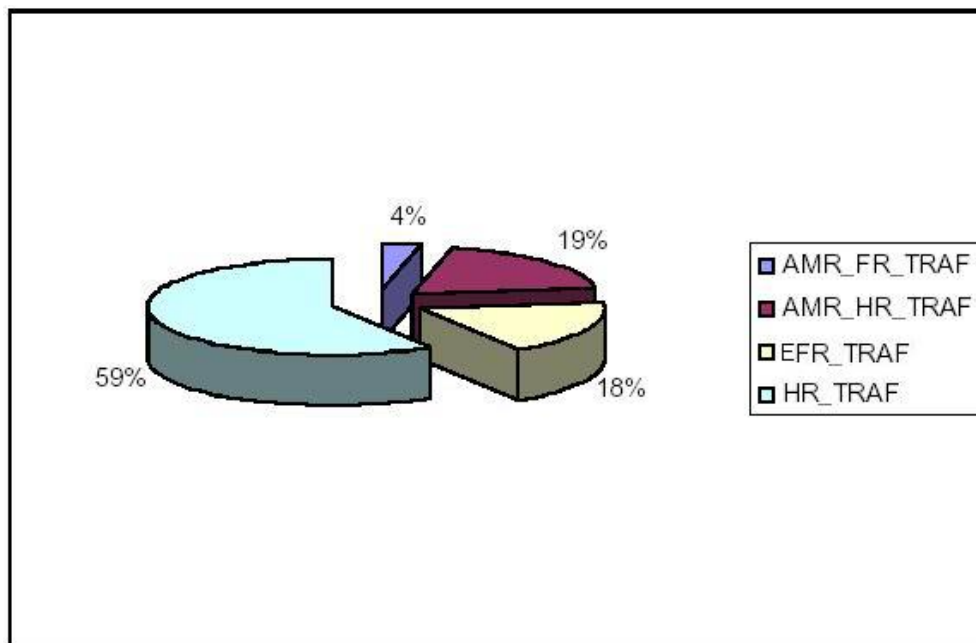


Gambar 4.31 Total TCH Assignment Success Rate

Gambar 4.32 merupakan distribusi total trafik. Dan gambar 4.33 merupakan persentase dari pemakaian jenis *pool*. Serta gambar 4.34 merupakan penetrasi AMR trafik.

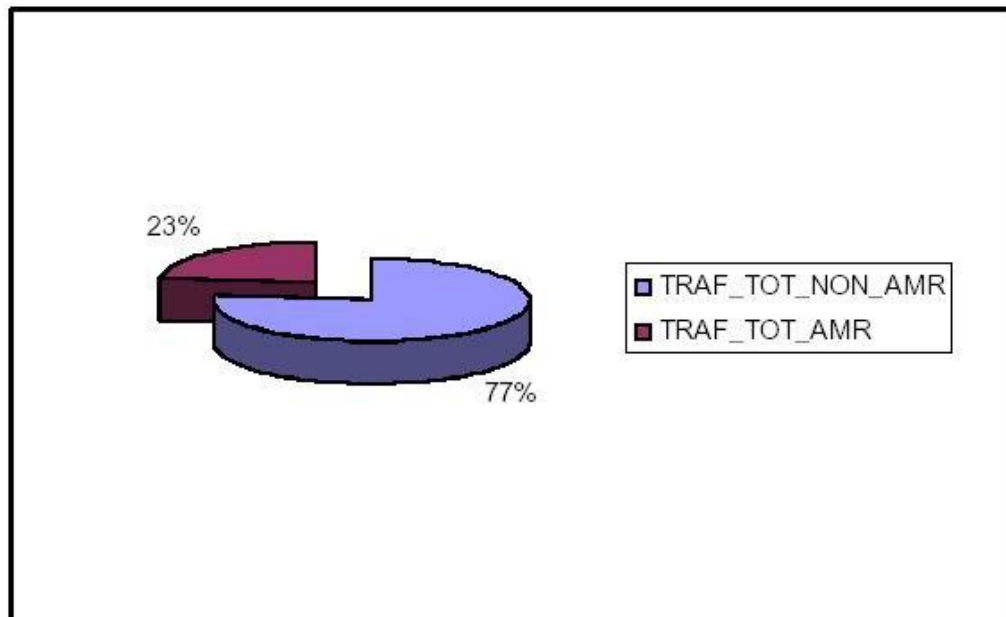


Gambar 4.32 Distribusi Total Trafik



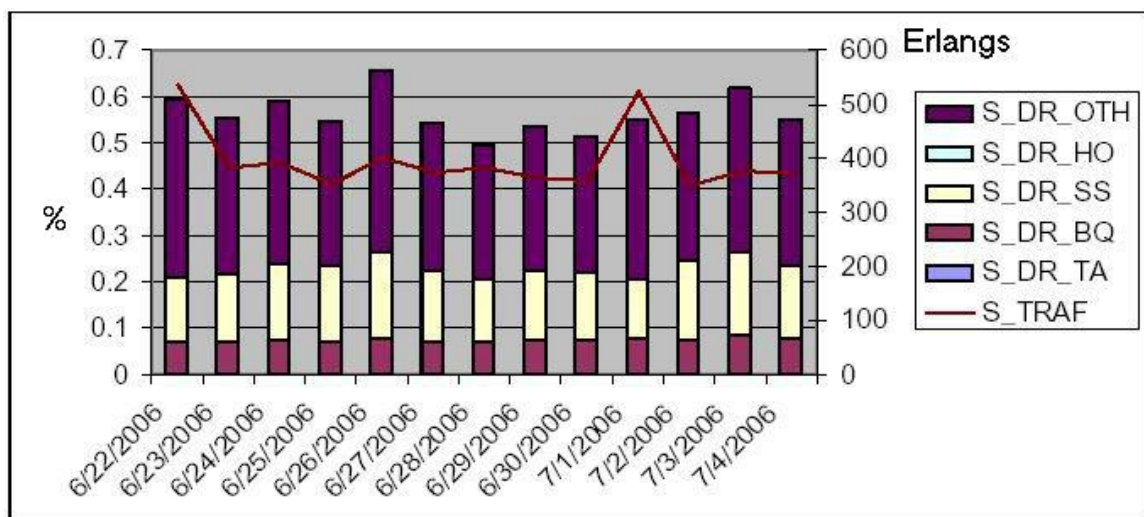
Gambar 4.33 Persentase Pemakaian Jenis *Pool*



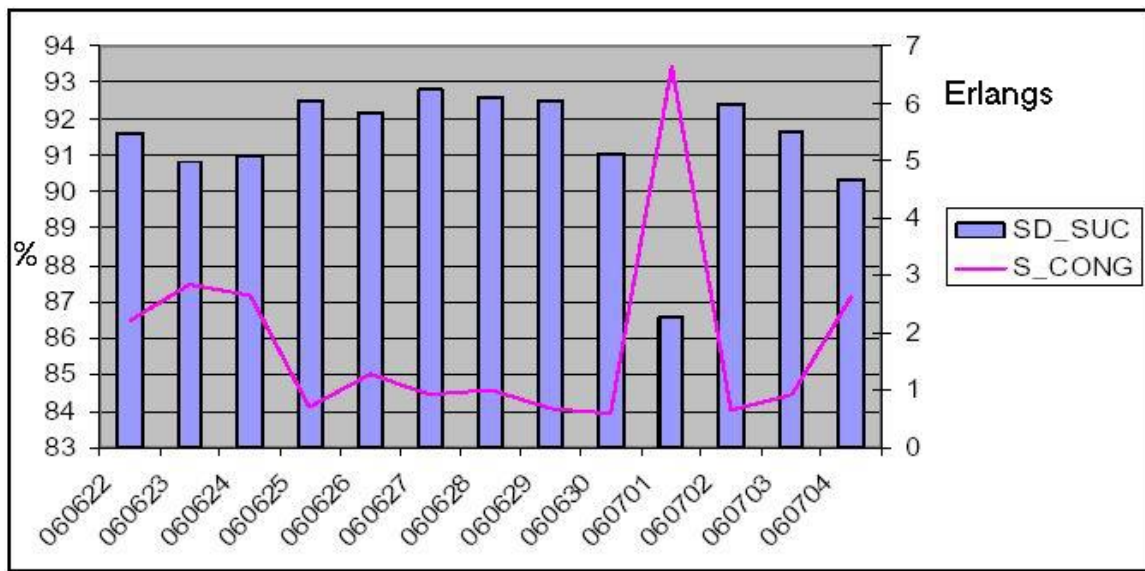


Gambar 4.34 Persentase Penetrasi AMR Trafik

Gambar 4.35 dan gambar 4.36 merupakan data tentang SDCCH (*Stand-alone Control Channel*), data SDCCH ini diambil sebagai data karena SDCCH merupakan kanal logika yang menandakan pertukaran data sedang berlangsung pada saat MS dalam keadaan *dedicated* (sedang percakapan).



Gambar 4.35 SDCCH Drop Rate



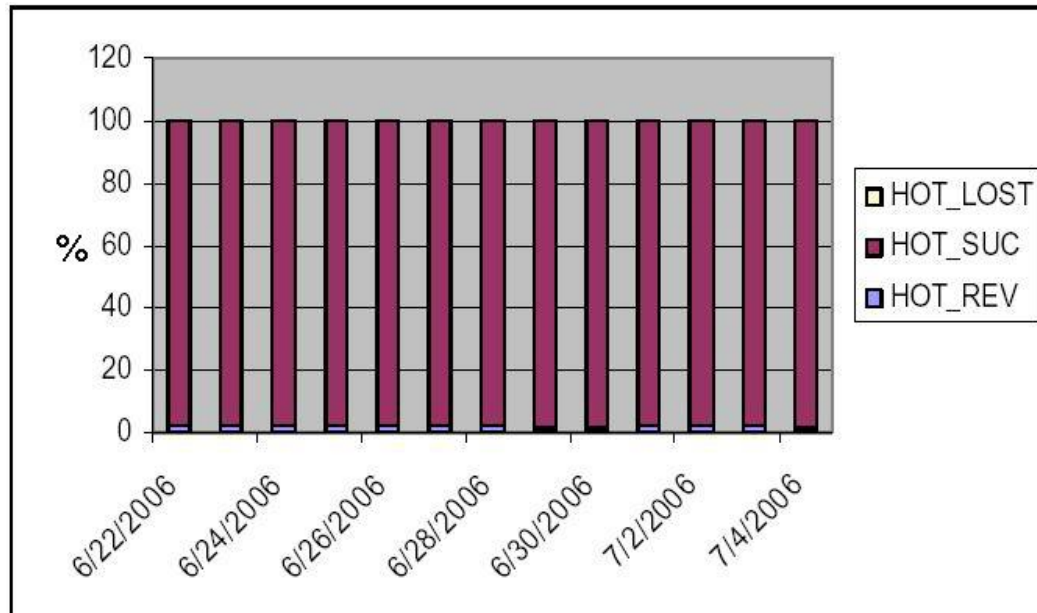
Gambar 4.36 SDCCH Success Rate

Pada tanggal 010706 SDCCH mempunyai nilai yang paling rendah karena adanya SDCCH *congestion*, dan bukan dikarenakan adanya efek dari AMR. Gambar 4.37

merupakan performansi *handover* dan data secara jelasnya pada tabel 4.42.

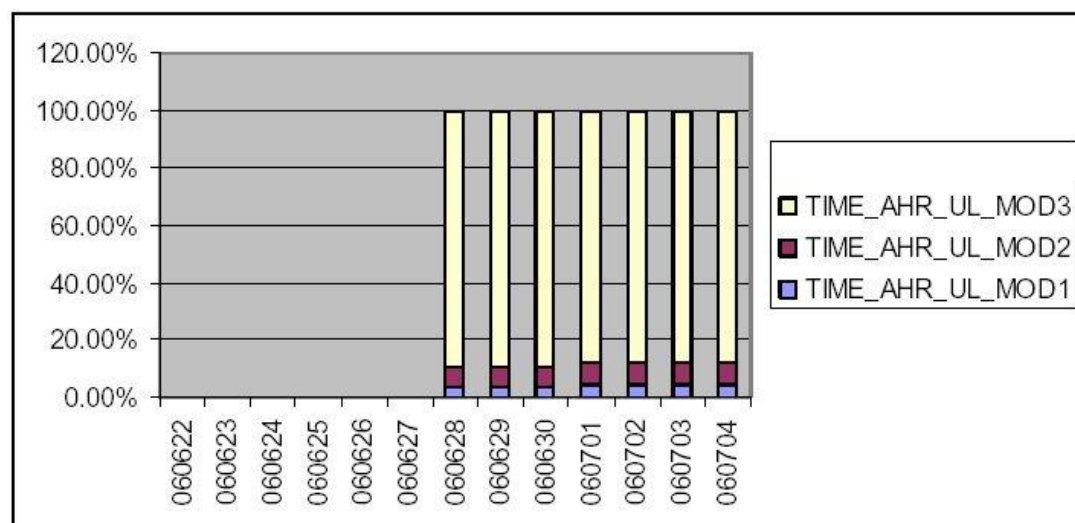
Tabel 4.42 Performansi *Handover* Total

DATE	HOT_REV	HOT_LOST	HOT_SUC
22-Jun-06	2.22973904	0.161024679	97.60923628
23-Jun-06	2.013646822	0.139138344	97.84721483
24-Jun-06	2.150297702	0.133882145	97.71582015
25-Jun-06	2.139998865	0.135659084	97.72434205
26-Jun-06	2.125758965	0.139673832	97.7345672
27-Jun-06	1.97197168	0.130308564	97.89771976
28-Jun-06	2.004990358	0.125758625	97.86925102
29-Jun-06	1.91574007	0.127073222	97.95718671
30-Jun-06	1.88314366	0.131608524	97.98524782
01-Jul-06	2.063072918	0.130567768	97.80635931
02-Jul-06	2.070647717	0.125433858	97.80391843
03-Jul-06	2.165457477	0.136066229	97.69847629
04-Jul-06	1.920193446	0.131421127	97.94838543

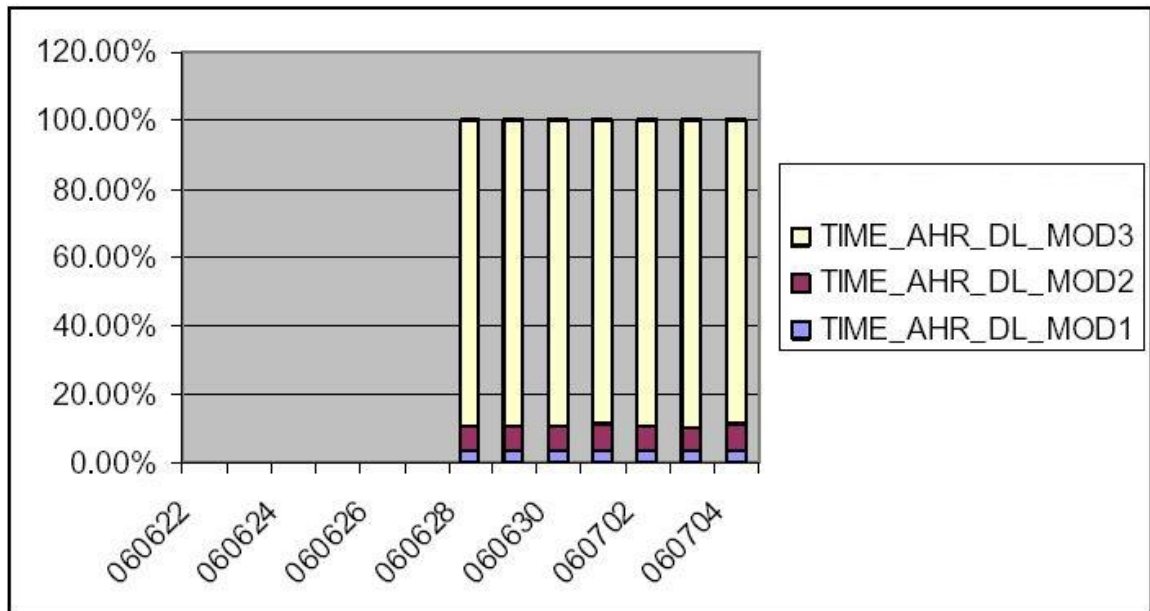


Gambar 4.37 Performansi *Handover* Total

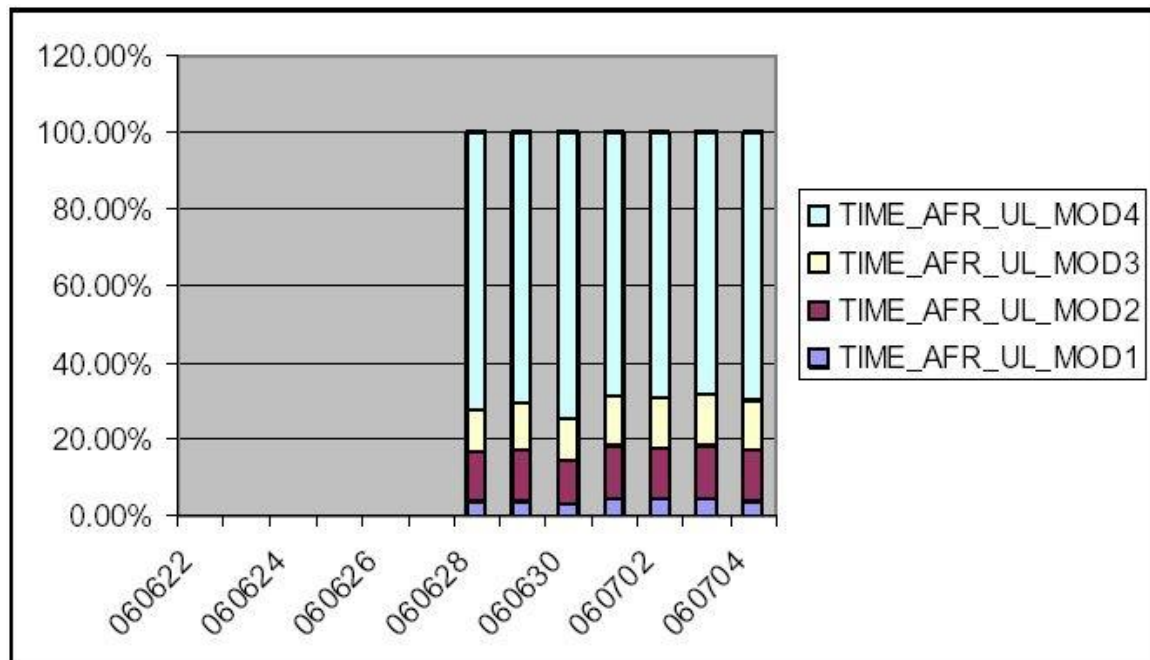
Gambar 4.38 dan gambar 4.39 merupakan pemakaian *codec mode* pada AMR HR. Dan gambar 4.40 dan gambar 4.41 merupakan pemakaian *codec mode* pada AMR FR.



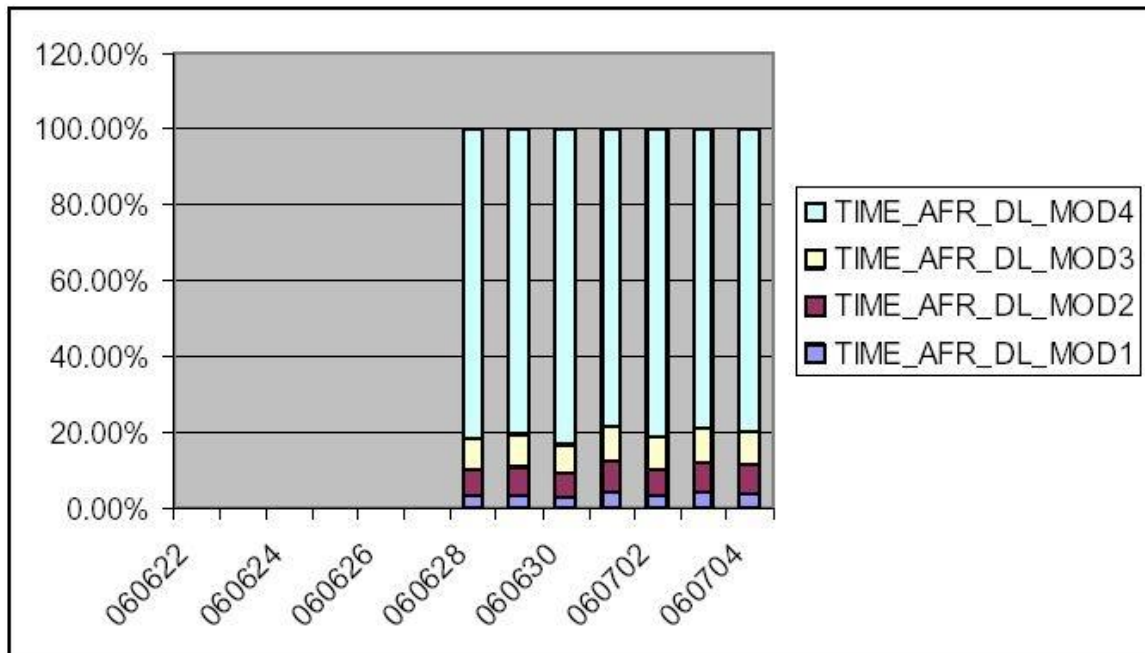
Gambar 4.38 Pemakaian *Codec Mode* pada AMR HR (*Uplink*)



Gambar 4.39 Pemakaian *Codec Mode* pada AMR HR (*Downlink*)

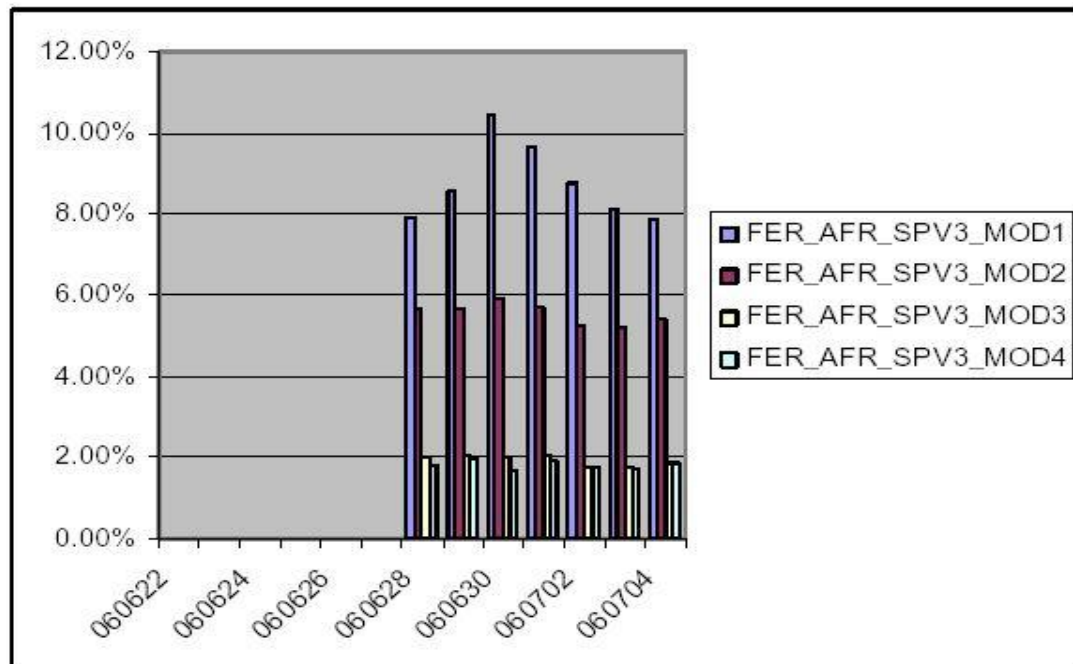


Gambar 4.40 Pemakaian *Codec Mode* pada AMR FR (*Uplink*)

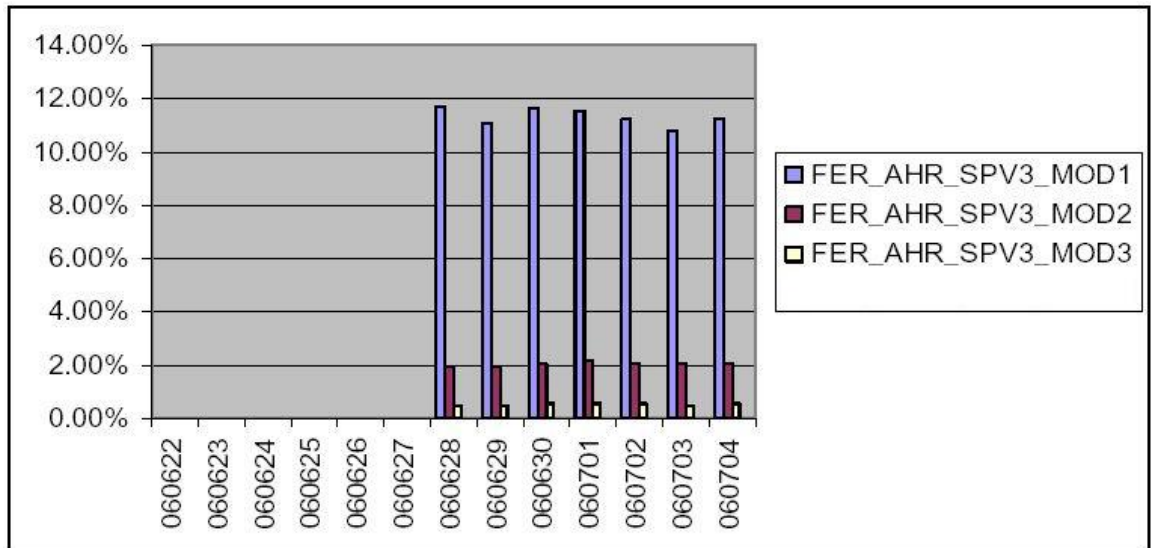


Gambar 4.41 Pemakaian *Codec Mode* pada AMR FR (*Downlink*)

Gambar 4.42 dan gambar 4.43 merupakan FER yang terjadi pada AMR FR dan AMR HR.

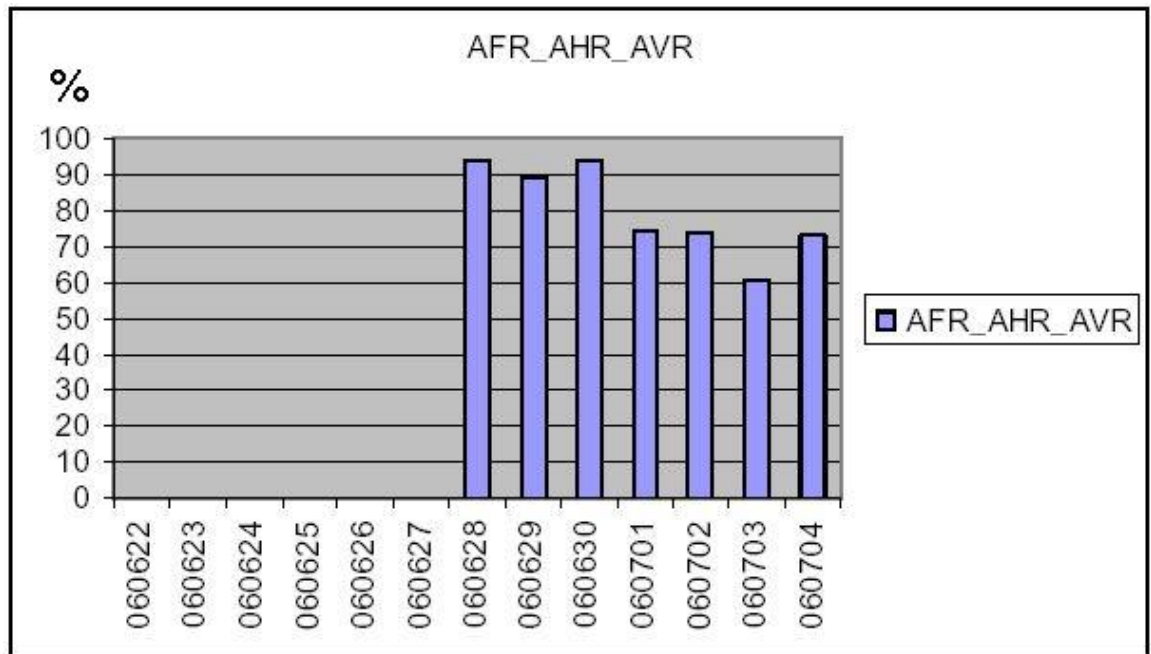


Gambar 4.42 FER untuk AMR FR

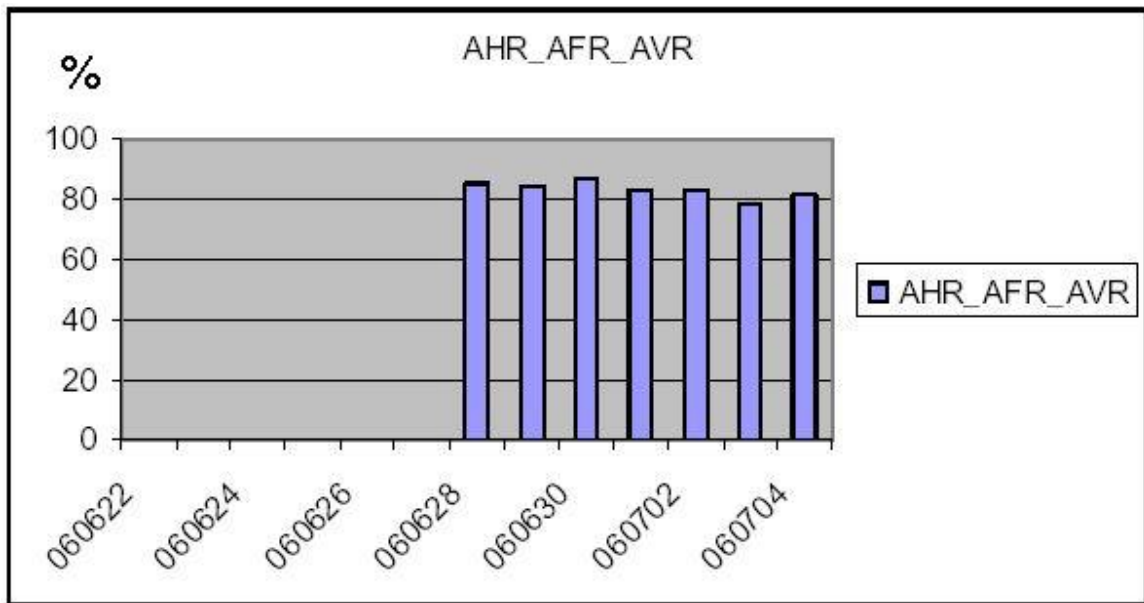


Gambar 4.43 FER untuk AMR HR

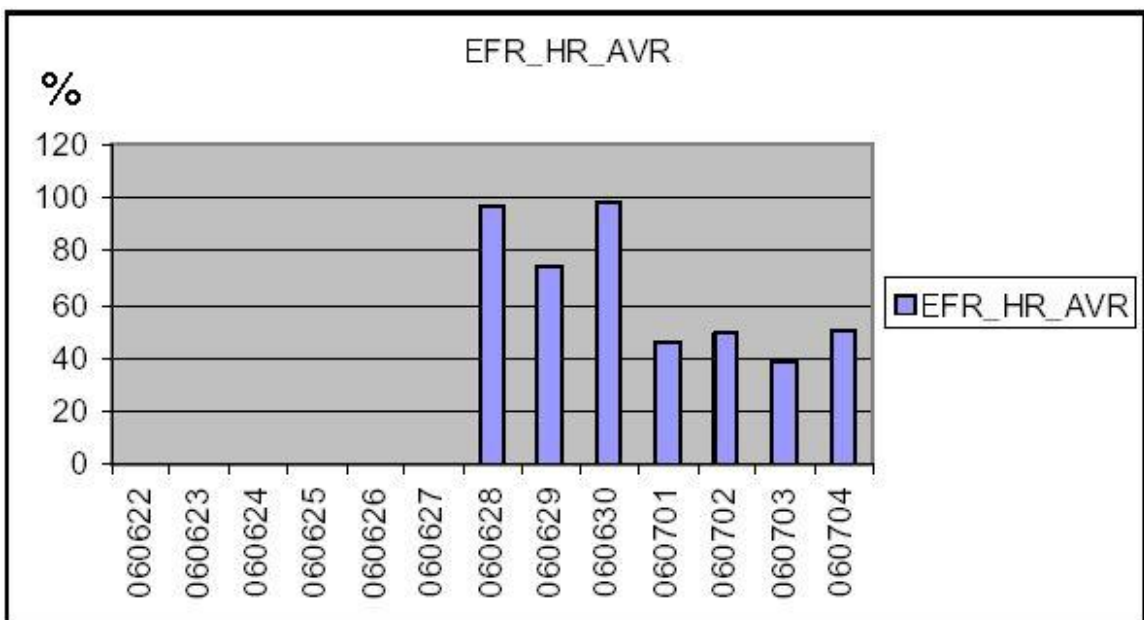
Gambar 4.44 sampai gambar 4.47 merupakan data DYMA *allocation* antar pool, antar AFR dan AHR serta antar EFR dan HR.



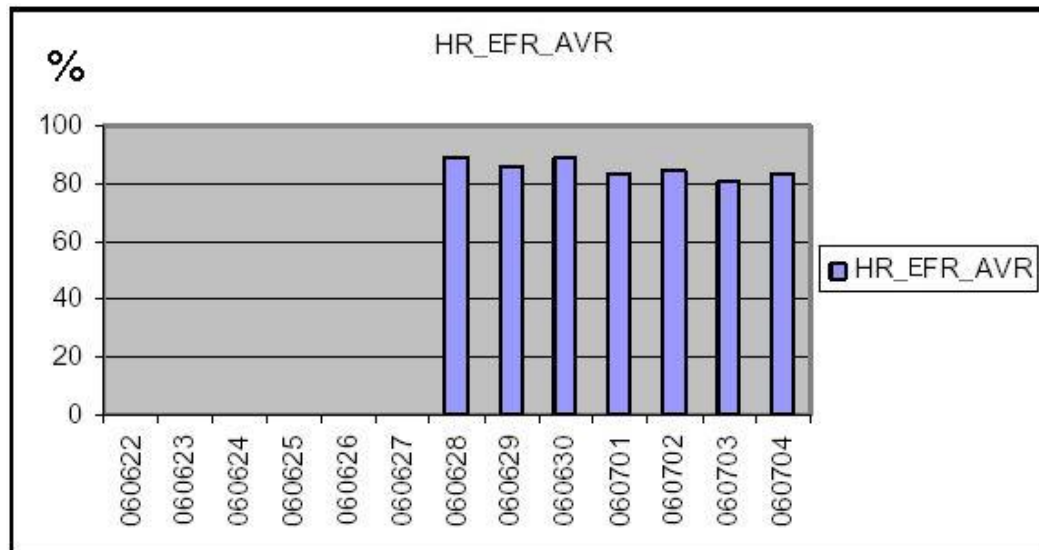
Gambar 4.44 DYMA AFR ke AHR



Gambar 4.45 DYMA AHR ke AFR



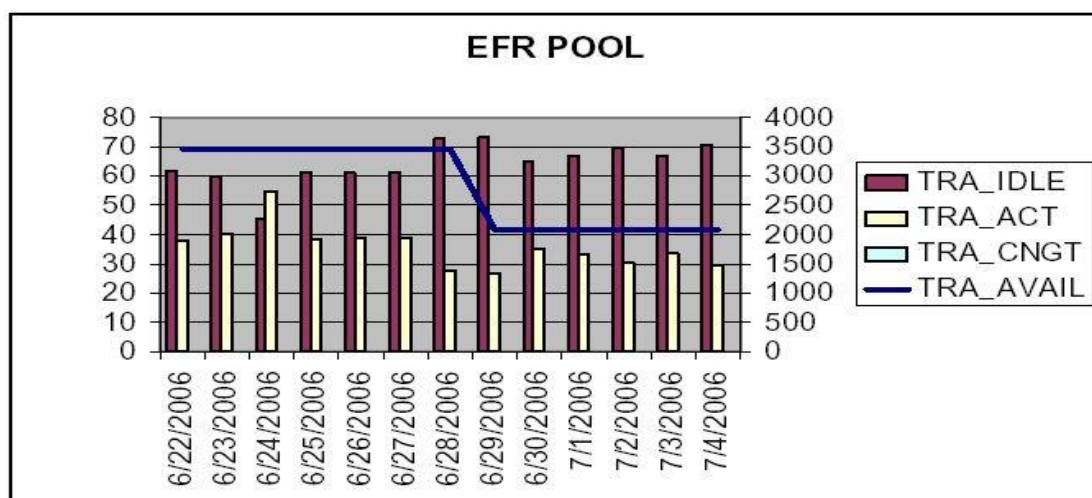
Gambar 4.46 DYMA EFR ke HR



Gambar 4.47 DYMA HR ke EFR

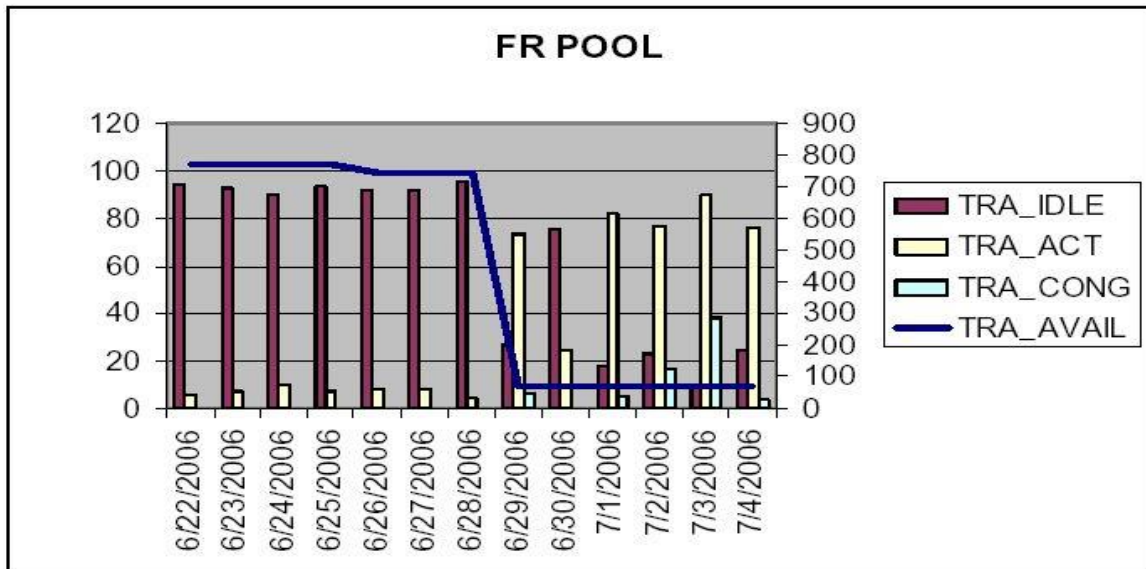
DYMA *allocation* untuk AFR ke AHR, dan EFR ke HR rendah pada tanggal 010706 sampai 040706 dikarenakan adanya *congestion* pada HR dan AHR *pool*. Ketika MS merubah pada *codec mode* HR atau AHR tidak ada *time slot* yang kosong.

DYMA *allocation* untuk AHR ke AFR dan HR ke EFR mempunyai rata – rata 80% pada jam sibuk. Gambar 4.48 sampai 4.52 merupakan performansi pada *transcoder*.

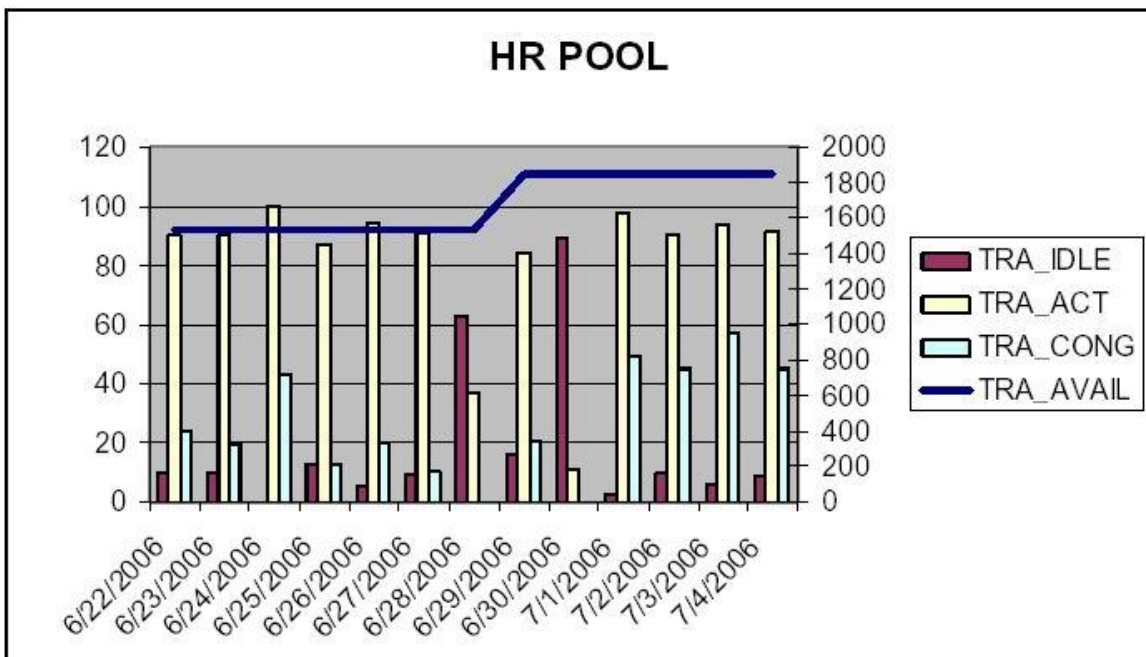


Gambar 4.48 EFR Pool

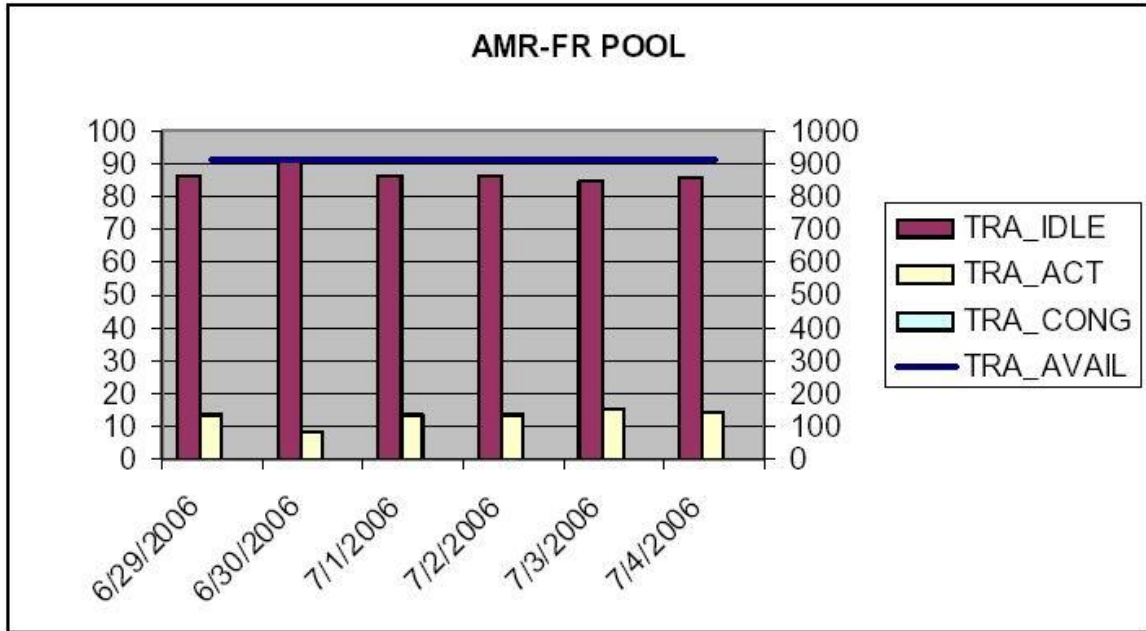




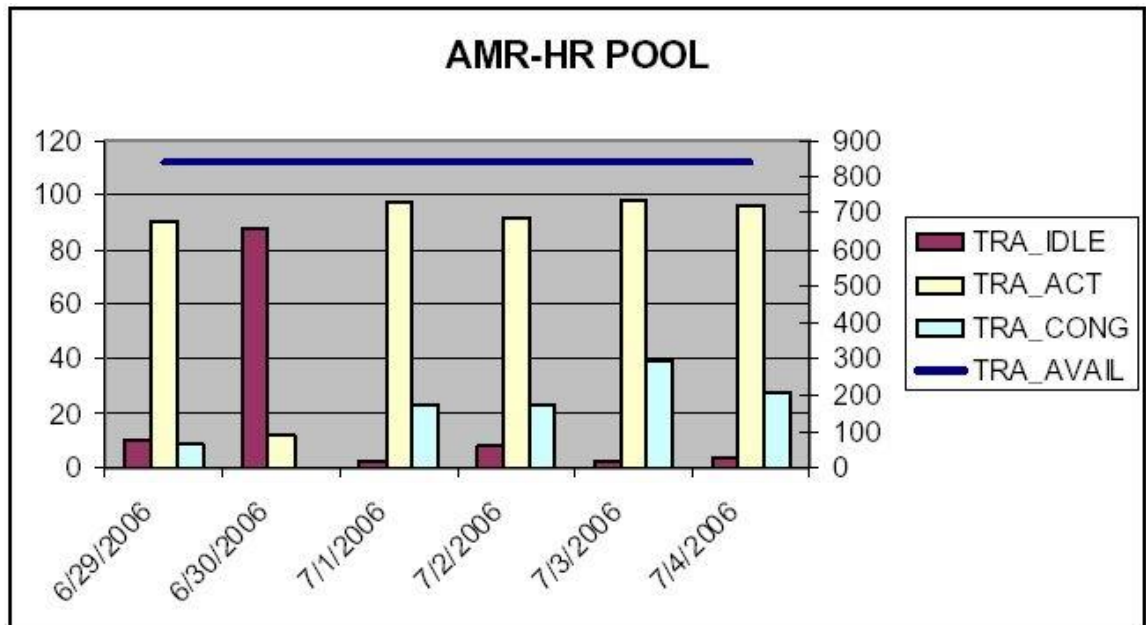
Gambar 4.49 FR Pool



Gambar 4.50 HR Pool



Gambar 4.51 AMR FR Pool



Gambar 4.52 AMR HR Pool

## F. Konfigurasi Ulang

Konfigurasi dilakukan karena berdasarkan data yang didapat masih ada kekurangan didalam sistem dan hasil penerapan tidak maksimal, masalah yang dihadapi sebelumnya adalah masih adanya *congestion* setelah penerapan AMR dan adanya kurang efisiensi dari pemakaian kanal. Berdasarkan data dari gambar 4.48 sampai 4.52 maka dapat diambil kesimpulan seperti pada tabel 4.43 dibawah ini.

Tabel 4.43 Jumlah Transcoder yang Dibutuhkan (Perkiraan)

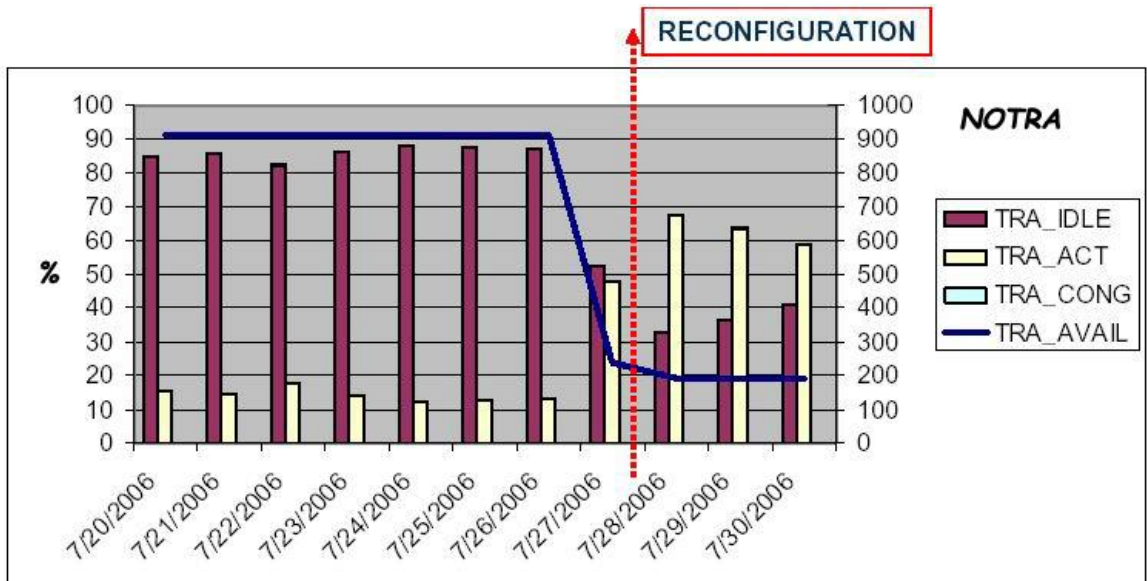
TRA POOL	NOTRA	TRA_CONG	TRA_NEED
AFR	912	0 %	141
AHR	840	38,89 %	1167
EFR	2085	0 %	694
FR	72	38,04 %	100
HR	1848	57,11 %	2904

Berdasarkan data tersebut diatas maka Ericsson menyarankan untuk konfigurasi ulang dengan menggunakan data *notra* seperti pada tabel 4.44 berikut :

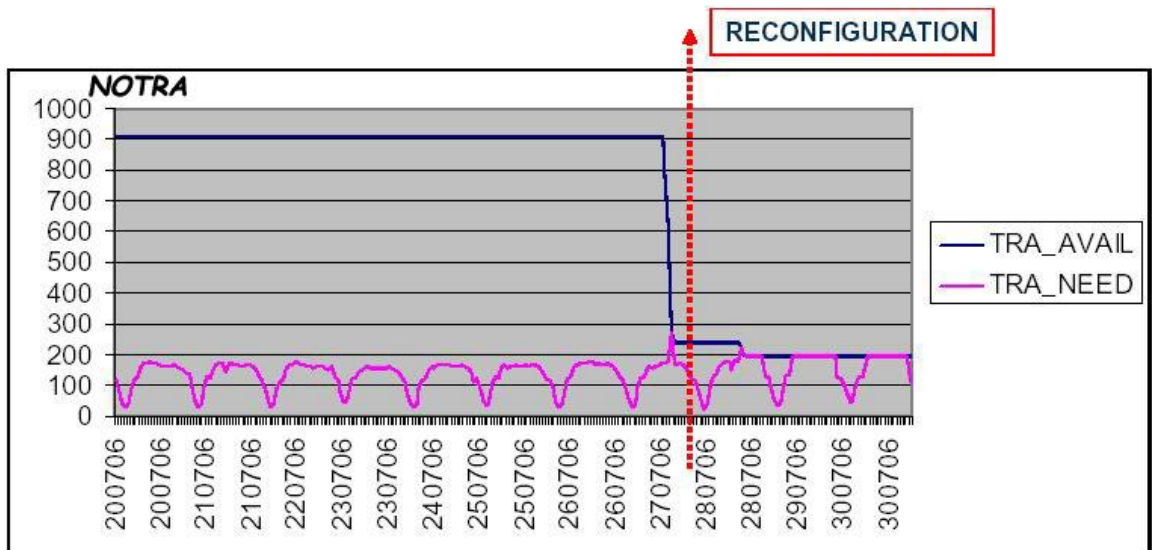
Tabel 4.44 Konfigurasi Transcoder

TRA POOL	NOTRA
AFR	192
AHR	1440
EFR	960
FR	96
HR	3072

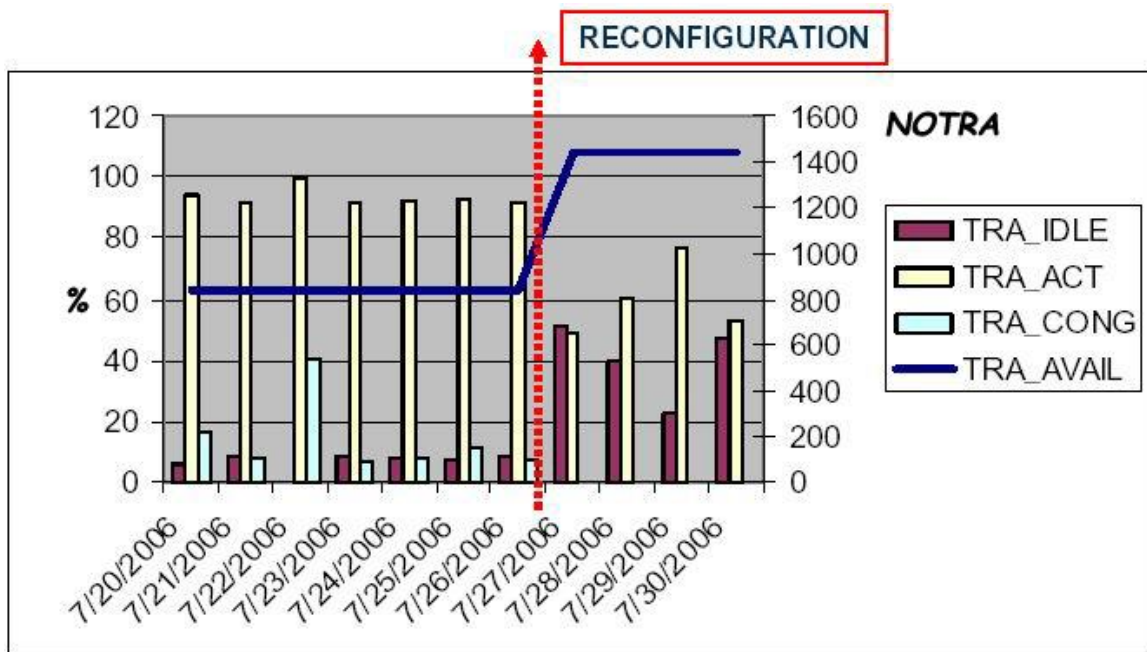
Dengan konfigurasi ulang ini maka didapat hasil pada MWS seperti pada gambar 4.53 sampai 4.65.



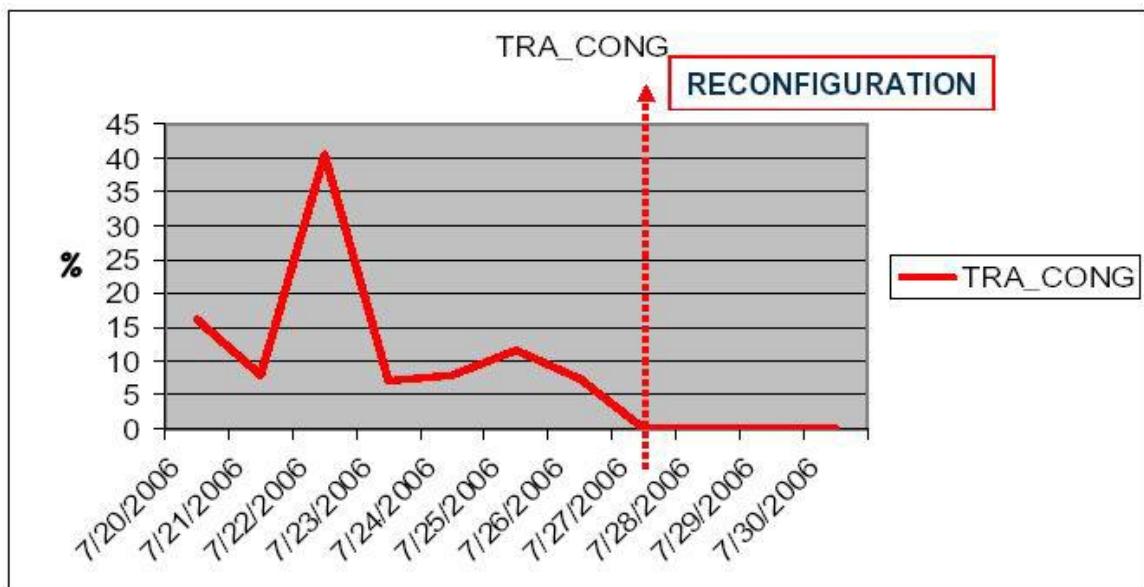
Gambar 4.53 AMR FR pada Jam Sibuk



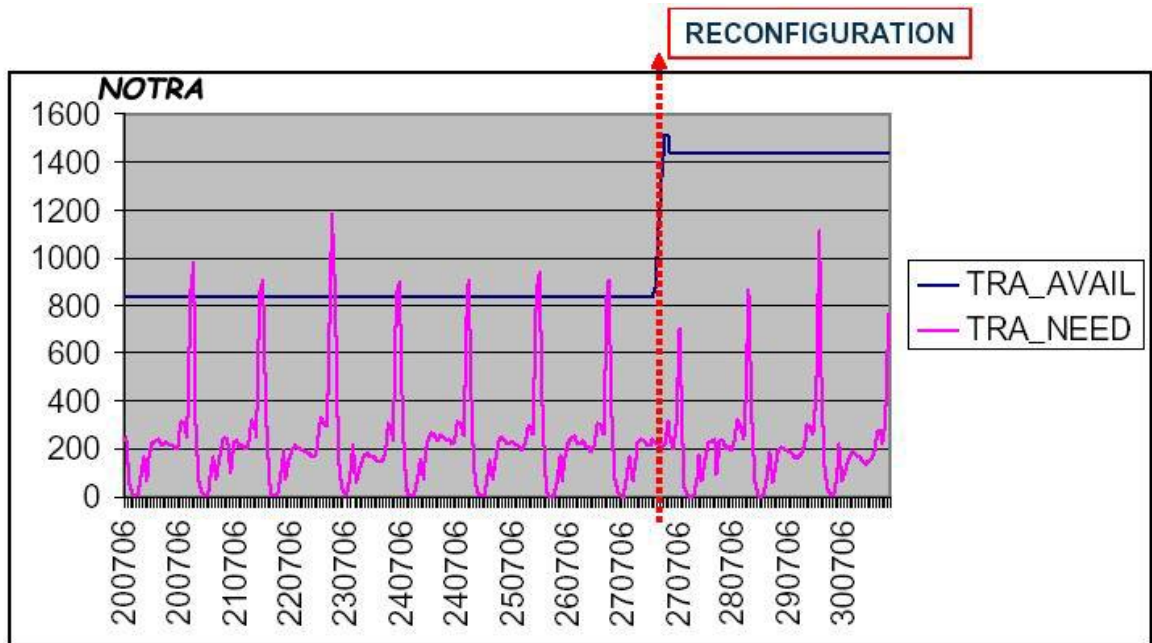
Gambar 4.54 Performansi AMR FR



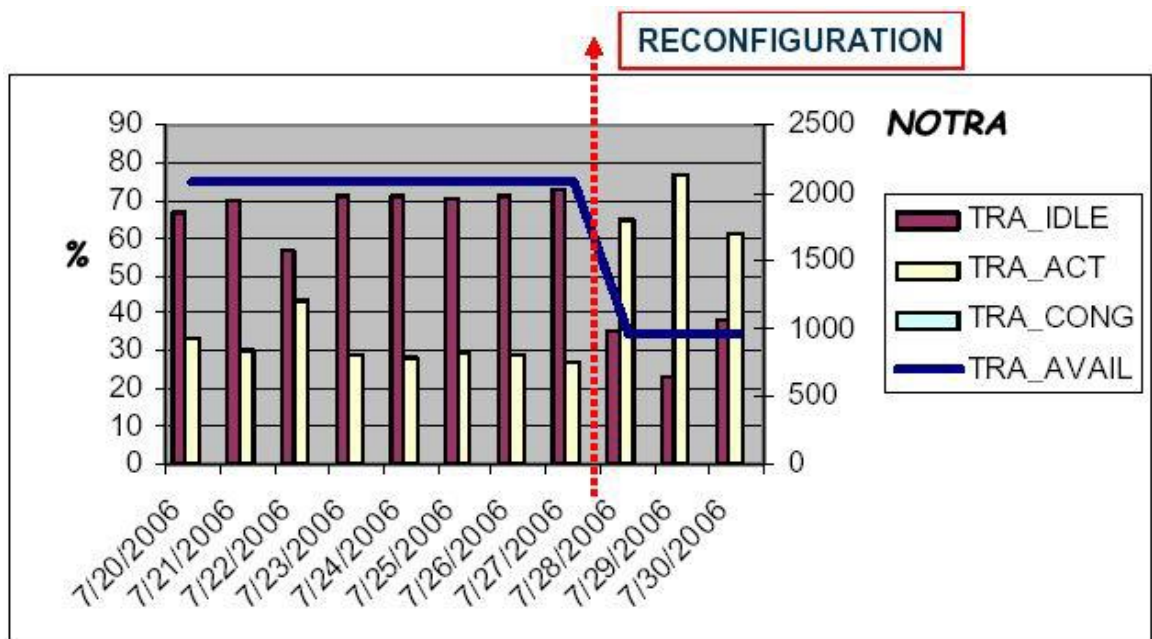
Gambar 4.55 Performansi AMR HR pada Jam Sibuk



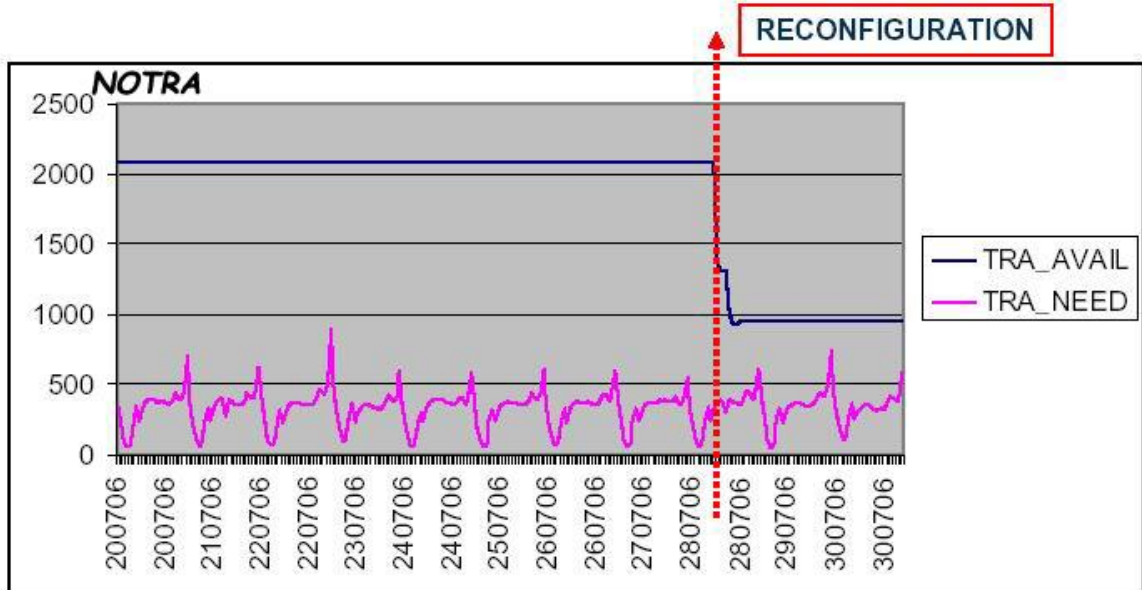
Gambar 4.56 AMR HR TRA\_CONG



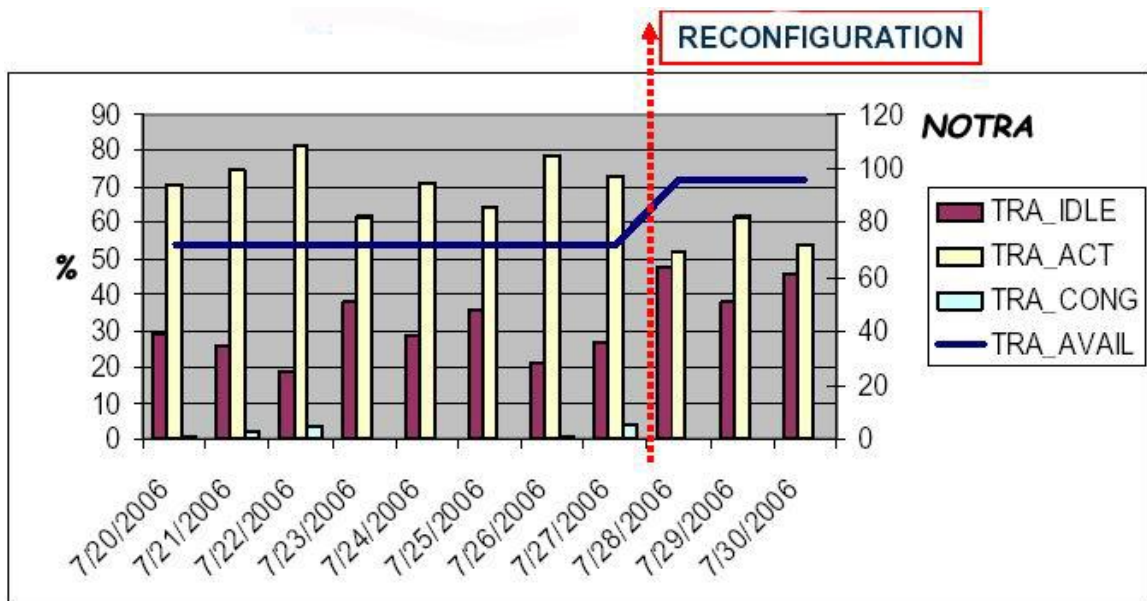
Gambar 4.57 Performansi AMR HR



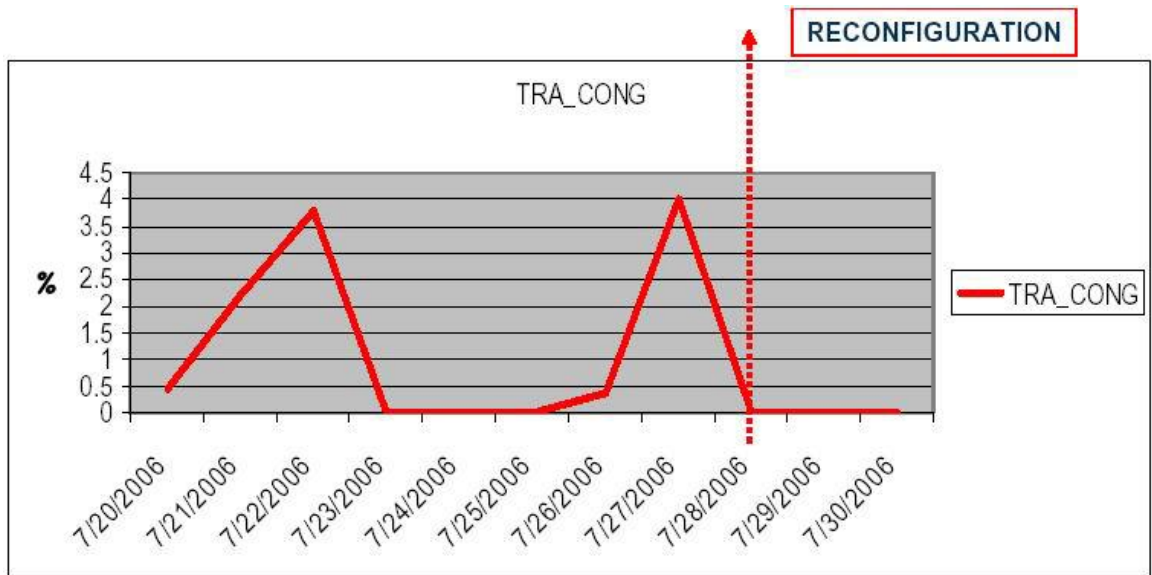
Gambar 4.58 Performansi EFR pada Jam Sibuk



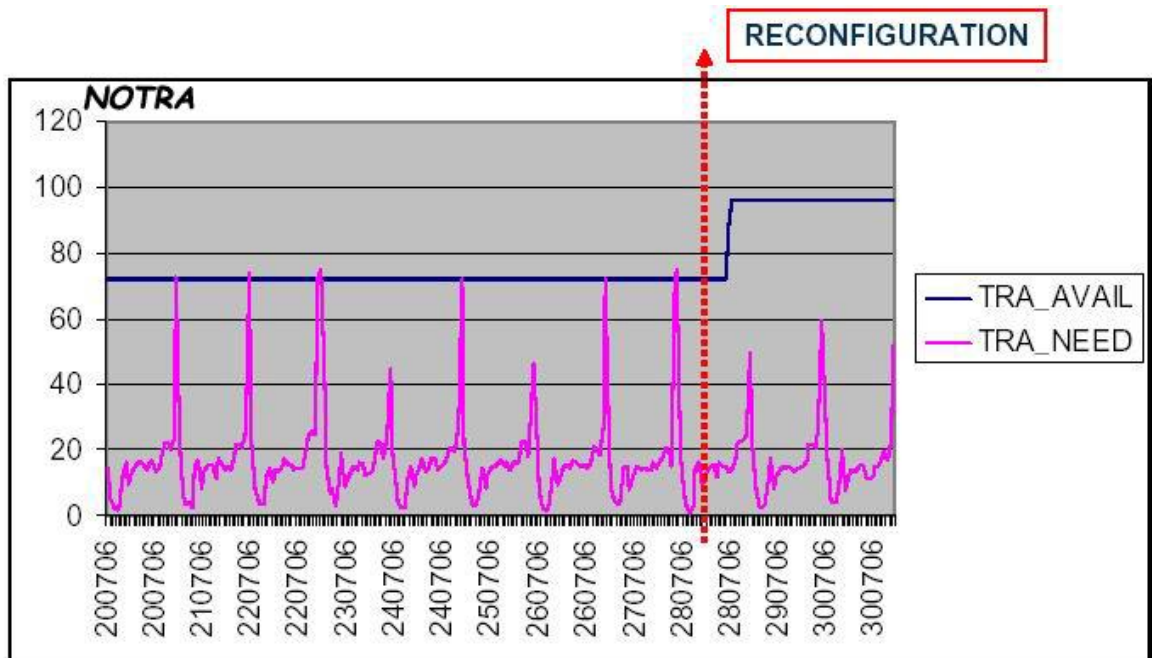
Gambar 4.59 Performansi EFR



Gambar 4.60 Performansi FR pada Jam Sibuk

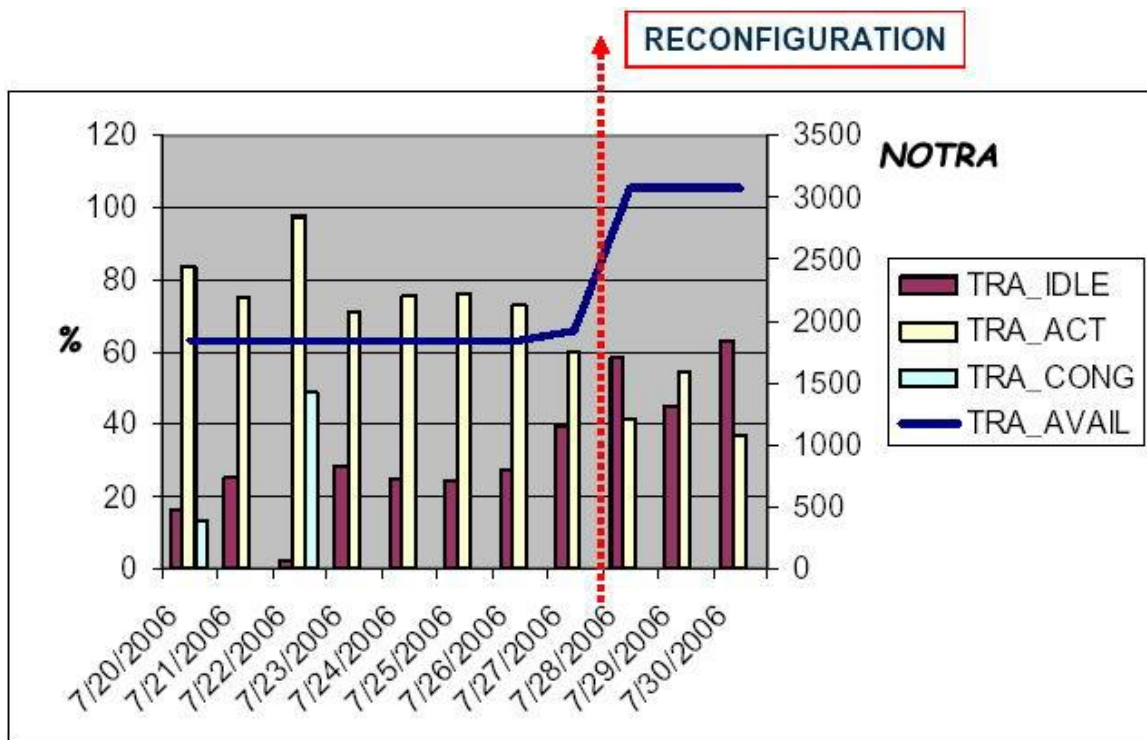


Gambar 4.61 FR TRA\_CONG

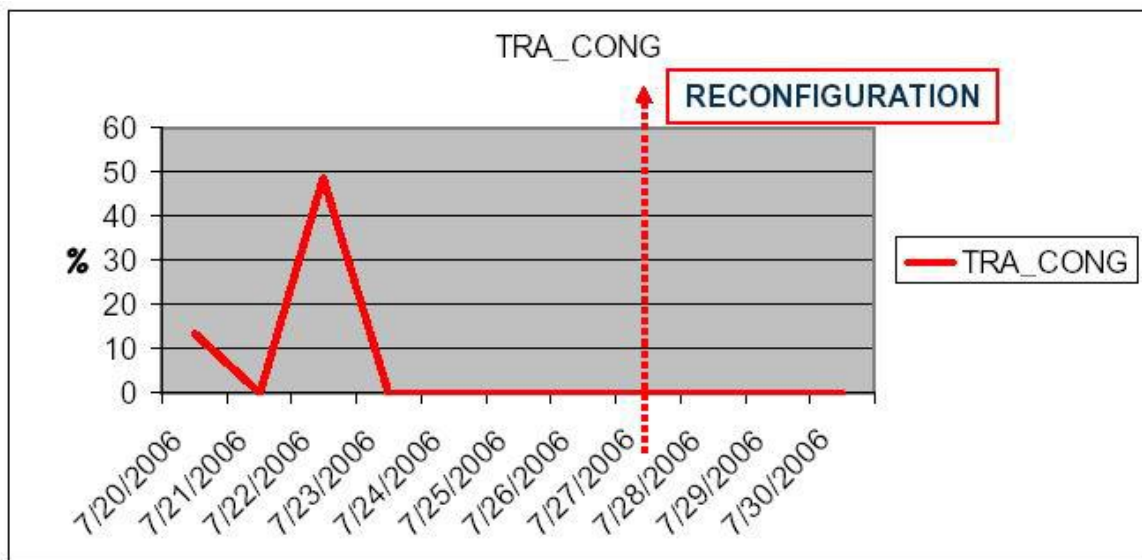


Gambar 4.62 Performansi FR

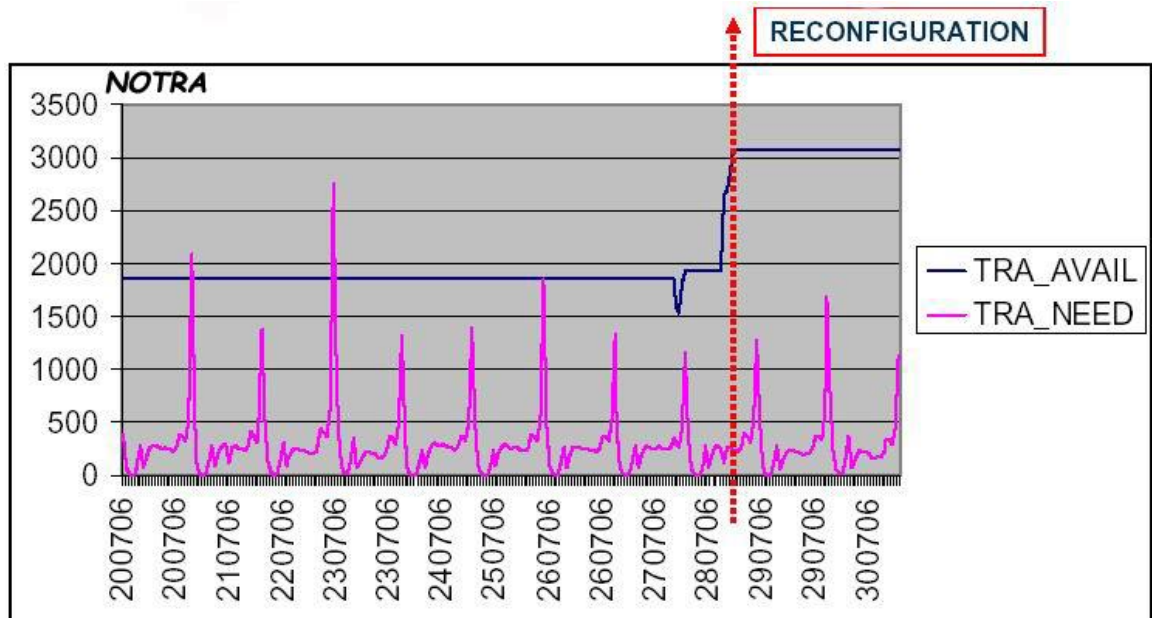




Gambar 4.63 Performansi HR pada Jam Sibuk



Gambar 4.64 HR TRA\_CONG



Gambar 4.65 Performansi HR

Pada performansi AMR FR masih terdapat congestion pada tanggal 280706, oleh karena itu harus ada konfigurasi perbaikan jumlah notra yang akan digunakan. Konfigurasi terakhir yang diterapkan seperti pada tabel 4.45.

Tabel 4.45 Konfigurasi Final

TRA POOL	NOTRA	KETERANGAN	
AFR	288	Diambil 96 dari AHR	Untuk menanggulangi congestion yang terjadi
AHR	1344	Dikurangi 96 untuk AFR	Tidak terjadi congestion
EFR	960	Sama	Tidak terjadi congestion
FR	96	Sama	Tidak terjadi congestion
HR	3072	Sama	Tidak terjadi congestion

## G. Analisis

### 1. Konfigurasi *Transcoder*

Konfigurasi *transcoder* dilakukan beberapa kali, seperti pada tabel 4.46 berikut ini.

Tabel 4.46 Konfigurasi *Transcoder*

TRA POOL	NUMBER OF TRANSCODER (NOTRA)		
	KONFIGURASI 1	KONFIGURASI 2	KONFIGURASI 3
AFR	912	192	288
AHR	840	1440	1344
EFR	2088	960	960
FR	72	96	96
HR	1848	3072	3072

Konfigurasi 1 (penetrasi 30%) yaitu konfigurasi pertama kali penerapan teknologi AMR ini, ternyata dari data yang didapat maka dilakukan konfigurasi 2 (penetrasi 28,3%). Konfigurasi 2 didapat dari hasil pengamatan *congestion* pada setiap jenis pool. Karena *congestion* dapat berhubungan dengan drop call, SDCCH, SQI, trafik, dan handover.

Konfigurasi 3 (penetrasi 28,3%) didapat dari hasil pengamatan pada penerapan konfigurasi 2, karena masih adanya kekurangan pada sistem (*congestion*) maka dilakukan konfigurasi final yaitu konfigurasi 3.

### 2. Analisis *Test* antara Laboratorium dan Lapangan

Analisis lain yang dapat dilakukan yaitu perbandingan antara *test* yang dilakukan di laboratorium dan di lapangan, seperti pada tabel 4.47.

Tabel 4.47 Perbandingan Jenis Test

JENIS TEST	LABORATORIUM	LAPANGAN
SQI	Dapat dilakukan untuk setiap <i>pool</i>	Hanya untuk AMR dan <i>non AMR mobile</i>
Pemakaian <i>Codec Mode</i>	Hanya pada AMR	Dapat dilihat untuk setiap <i>pool</i>
FER	Pada semua jenis <i>pool</i>	Hanya pada AMR
<i>Handover</i>	Tidak ada masalah	Ada masalah pada FR

Test yang dilakukan di laboratorium hanya untuk meyakinkan bahwa penerapan teknologi AMR ini dapat diterapkan ke dalam sistem. Pada *test* SQI yang dilakukan di laboratorium dapat diatur secara pasti sehingga dapat dihasilkan dalam bentuk data untuk setiap *pool*, sedangkan di lapangan tidak bisa untuk setiap *pool* karena jenis MS yang digunakan hanya 2 jenis yaitu AMR dan *non AMR mobile*, serta didalam sistem yang sedang berjalan tidak bisa diatur secara pasti. Pengaturan secara pasti artinya sistem dibuat hanya satu jenis *pool* tertentu saja yang diaktifkan, hal ini tidak dapat dilakukan di lapangan karena dapat mengganggu dan merugikan sistem.

*Test* pemakaian *codec mode* di laboratorium hanya dicoba untuk jenis AMR, karena hanya ingin tahu pemakaian AMR untuk setiap mode.

*Test* FER di lapangan hanya diambil untuk AMR saja, karena sistem lama yaitu sistem *non AMR* tidak diganggu gugat sehingga dianggap sudah sesuai dengan ketentuan yang lama.

*Test handover* yang dilakukan di lapangan ada masalah, yaitu *handover* ke jenis *pool* FR tidak bisa sedangkan waktu dilakukan di laboratorium semuanya lancar. Masalah ini timbul karena sistem diaktifkan untuk semua jenis *pool*, sedangkan pada *non* AMR (EFR, FR dan HR) terdapat prioritas.

### **3. Analisis Pengambilan Data**

*Drive test* dilakukan untuk mendapatkan data dari sisi MS. Data yang diperoleh berupa SQI, FER, pemakaian *speech code*, pemakaian *codec mode* pada AMR, dan *accessibility* dan *retainability* yang meliputi CSSR, *call drop rate*, *successful call*, dan *handover success rate*.

Data pada sistem diambil dari NWS (*Network Statistic*) yang berupa data TCH *drop rate*, TCH *assignment success rate*, distribusi trafik, persentase pemakaian jenis *pool*, SDCCH *drop rate*, SDCCH *success rate*, *handover*, pemakaian *codec mode* pada AMR, FER, DYMA, dan performansi setiap *pool*.

Data yang diambil pada kedua sisi, yaitu sisi pelanggan / MS dan sistem, hal ini dilakukan agar didapat data yang akurat atau lebih menggambarkan keadaan keseluruhan sistem, sehingga jika dilakukan konfigurasi akan didapat hasil yang lebih maksimal dan semua mempunyai bukti jelas bahwa sistem tersebut berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

### **4. Analisis Data**

Analisis data ini untuk memperlihatkan perbedaan yang terjadi antara sebelum dan sesudah penerapan teknologi AMR ini (lihat tabel 4.48).

Tabel 4.48 Perbedaan Sebelum dan Sesudah Penerapan AMR

JENIS PENGAMATAN		SEBELUM	SESUDAH
TCH Drop Rate		1,28 %	1,1 %
TCH Assignment Success Rate		99,72 %	99,8 %
Trafik		3504 Erlangs	4426 Erlangs
SDCCH Drop Rate		0,66 %	0,62 %
SDCCH Success Rate		92,8 %	92,7 %
Handover		97,89 %	97,98 %
SQI	FR	$20 \leq \text{SQI} < 25 = 99,3\%$	$25 \leq \text{SQI} \leq 30 = 99,3\%$
	HR	$15 \leq \text{SQI} < 20 = 91\%$	$20 \leq \text{SQI} < 25 = 35,7\%$ $25 \leq \text{SQI} \leq 30 = 54,7\%$
FER	Maks 12%	Nilai 0% -10% = 96,98 %	Nilai 0% -10% = 98,37 %

Dapat dilihat bahwa pada data tersebut memperlihatkan kualitas tetap baik dan kapasitas bertambah (penambahan 922 *Erlangs*, berdasarkan data dari gambar 4.32).

Ada nilai – nilai referensi yang diterapkan oleh Telkomsel seperti pada tabel 4.49.

Tabel 4.49 Nilai Referensi

JENIS	NILAI
Congestion	Maks 2 %
Drop call	Maks 2 %
Handover Success	Min 97,9 %
FER	FER maks 12%, $\leq 10\%$ Min 96 %
SDCCH Success	Min 90 %
SQI	$\text{SQI} \geq 15$ Min 95% (AFR) Min 85% (AHR) Min 95 % (EFR) Min 60 % (FR) Min 30 % (HR)

Dari data yang didapat pada *drive test* atau *network statistic* dapat dilihat bahwa nilai – nilai yang ada masih memenuhi syarat referensi dari operator. Ketentuan atau referensi ini dapat berubah setiap bulan.

Dengan adanya konfigurasi 3 untuk mengatasi *congestion* yang timbul pada konfigurasi sebelumnya, maka *congestion* yang dapat mengakibatkan *drop call* dapat dihilangkan.

## 5. Throughput

Nilai throughput merupakan efisiensi dari bandwidth yang digunakan, nilai tersebut didapat dari perbandingan data speech dengan bandwidth yang dipakai dan masing – masing nilai untuk setiap mode yang ada seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.50 Throughput

<b>Data Speech</b>	<b>AFR</b>	<b>AHR</b>
12,2 kbps	53,51 %	-
10,2 kbps	44,74 %	-
7,95 kbps	34,87 %	69,74 %
7,4 kbps	32,46 %	64,91 %
6,7 kbps	29,39 %	58,77 %
5,9 kbps	25,88 %	51,75 %
5,15 kbps	22,59 %	45,18 %
4,75 kbps	20,83 %	41,67 %

## 6. Pembuatan Program Tabel Erlang B

Erlang	GOS	TCH
<b>26.00</b>	<b>2.00%</b>	<b>35</b>
TCH	GOS	Erlang
<b>60</b>	<b>2.0%</b>	<b>49.64</b>
Erlang	TCH	GOS
<b>10.00</b>	<b>7</b>	<b>40.9%</b>

$$C3 = \text{erlangbminservers}(A3, B3)$$

$$C5 = \text{ErlangBMaxTraffic}(A5, B5)$$

$$C7 = \text{ErlangBGOS}(B7, A7)$$

## **7. Perkiraan Keuntungan Perusahaan**

Bila rata – rata keuntungan untuk 1 Erlang = Rp 20.000,-, maka dengan penambahan 922 Erlang keuntungan perusahaan diperkirakan Rp 18.440.000,- untuk setiap harinya pada BSC BTPKB3 Pekanbaru Baru Riau.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Kapasitas meningkat 26,3% dengan penerapan teknologi AMR ini.
2. Angka *drop call* turun 0,18% dengan dapat diatasinya masalah *congestion* pada sistem.
3. Kualitas *speech* ada peningkatan yang cukup besar, pada FR naik 5 SQI dan pada HR naik 5 sampai 10 SQL.
4. Nilai Reference 97,9% untuk *Handover* terpenuhi.
5. Belum ada referensi untuk jumlah transcoder dalam bentuk persentase untuk penerapan teknologi AMR ini, sehingga dibutuhkan percobaan dulu pada sistem.
6. Dibutuhkan beberapa kali konfigurasi agar sistem dapat bekerja dengan optimal dengan menggunakan teknologi AMR ini.
7. Hasil data yang didapat dari pengukuran di laboratorium lebih baik dibandingkan di lapangan, karena pengaruh faktor interference lingkungan di lapangan.
8. Data yang diambil harus dari dua sisi, dari MS dan sistem, agar didapat data yang akurat yang menggambarkan secara lengkap kondisi dari sistem tersebut.
9. Teknologi AMR ini tidak dapat diterapkan ke dalam sistem 100%, karena masih banyak MS yang tidak mempunyai fasilitas AMR.

## **B. Saran**

1. Teknologi AMR dapat diterapkan dengan penetrasi lebih besar pada masa mendatang, karena pada masa mendatang diperkirakan lebih banyak lagi pengguna MS dengan fasilitas AMR.
2. Untuk saat ini, pada saat Low Tariff ( pukul 21.00 – 08.00) menggunakan AMR dan non AMR, sedangkan pada High Tariff (pukul 08.00 – 21.00) menggunakan AMR dan HR saja atau non AMR saja untuk penghematan daya.
3. Referensi harus dibuat agar penerapan teknologi AMR ini lebih cepat dan efisien, tidak membuang waktu dan tenaga.
4. Menemukan teknologi AMR sejenis untuk komunikasi data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Halonen, Timo, “*GSM GPRS And Edge Performance*”, Wiley, 2003.
- Kaindl, Markus dan Norbert Görtz, “*AMR Voice Transmission Over Mobile Internet*”, IEEE, 2002.
- Lee, William C.Y, “*Mobile Cellular Telecommunications, Analog and Digital Systems*”, 2nd edition, McGraw Hill, 1995
- Mather, Paul, Sebastian Coope, dan Bannister, “*Convergence Technologies for 3G Networks*”, John Wiley, 2004.
- Paksoy, Erdal, Juan Carlos De Martin, Alan McCree, Christian G Gerlach, Anand Anandakumar, Wai Ming Lai dan Vishu Viswanathan, “*An Adaptive Multi Rate Speech Coder For Digital Cellular Telephony*”, DSP Solutions R&D Center, Texas Instruments, Dallas, 1998.
- Proakis, John G dan Masoud Salehi, “*Communication Systems Engineering*”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.
- Proakis, John G, “*Digital Communications*”, Mc Graw Hill, Second Edition, 1989.
- Rappaport, Theodore S, “*Wireless Communications*”, Prentice Hall, 1996
- Smith, Clint dan Daniel Collins, “*3G Wireless Networks*”, Mc Graw Hill, 2002.
- <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=14174830>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/amr>
- [http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/gsmgprs/gprsla\\_amr\\_bse\\_config.php](http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/gsmgprs/gprsla_amr_bse_config.php)
- [http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/gsmgprs/gprsla\\_gen\\_op\\_overview\\_amr.php](http://wireless.agilent.com/rfcomms/refdocs/gsmgprs/gprsla_gen_op_overview_amr.php)
- <http://www.freepatentsonline.com/7164710.html>
- <http://www.tdscdma-forum.org/EN/pdfword/200561515253126626.doc>
- <http://www.3gpp.org>