

**KARAKTERISTIK PROPAGASI SINYAL
PADA JARINGAN 3G-GSM MAKASSAR**



**SRI SARNA
P270021053**

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELKTRO FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2013
KATA PENGANTAR**

Puji Syukur dipanjatkan Kehadirat Allah SWT karena atas Rahmat dan Hidah-Nyalah sehingga Tesis dengan Judul *Karakteristik Propagasi Sinyal Pada Jaringan 3G-GSM Makassar* dapat diajukan guna menyelesaikan studi pada Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Universitas Hasanuddin.

Begitu banyak suka dan duka yang dialami selama proses pengerjaan Tesis ini mulai dari awal sampai selesai, segala daya dan upaya telah dikerahkan untuk mencapai hasil maksimal, namun disadari bahwa masih banyak kekurangan dalam Tesis ini tapi inilah karya terbaik yang bisa dihasilkan dari upaya terbaik yang telah dilakukan.

Tesis ini tidak mungkin bisa rampung tanpa restu dari Allah SWT dan campur tangan orang-orang terbaik yang senantiasa membantu, memotivasi dan membimbing. Oleh karena itu, dengan segenap ketulusan hati dan hormat dihaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibunda tercinta Sri Daswati, terima kasih banyak atas do'a siang dan malam sehingga selalu ada solusi terbaik dan kemudahan yang diperoleh setiap langkah. Terima kasih banyak Ayahku tercinta Abdul Rajjab (Alm.) yang telah membesarkan dan atas didikannya.
2. Keluargaku tercinta, suami dan kedua puteraku (Taqillah & Kiram) yang senantiasa menjadi nafas setiap pikiran dan spirit setiap langkahku.
3. Prof. Dr. Ir. Salama Manjang, MT selaku Ketua Program Studi S2 Teknik Elektro Universitas Hasanuddin.

4. Pembimbing I Dr. Ir. Zulfajri B Hasanuddin, M.Eng. dan Pembimbing II Elyas Palantei, ST.,M.Eng. Ph.D.
5. Pimpinan dan segenap karyawan PT. XL Axiata Cabang Makassar dan Huawei Services (Bapak Eko Hidayat, Teguh Hardianto, Mas Erik Nurdiansyah Sastiawan, Mas Tomi NCS, Mas Deny, Quatrine, Aldi, Asep, Nandar, Rahmansyah) dan karyawan yang lain yang tidak sempat penulis tuangkan yang senantiasa membantu dalam proses pengambilan data sampai pada penyusunan tesis ini.
6. Saudara-saudaraku yang senantiasa mendukung dan menjadi motivasi.
7. Kepada seluruh Dosen Universitas Hasanuddin, yang telah memberikan ilmunya tanpa pamrih, serta staf pegawai yang sudah banyak membantu secara administratif.
8. Seluruh teman-teman Angkatan 2010 Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Saktiani Karim, Rahmania, dkk. Terima kasih atas perhatian, semangat dan dukungannya.

Akhirnya, semoga tesisi ini dapat memberikan manfaat dan bisa menjadi referensi dalam dunia Pendidikan.

Makassar, Juni 2013

Penulis

ABSTRACT

SRI SARNA, *The Characteristics of the signal propagation on the 3G-GSM Networks Makassar* (supervised by Zulfajri B Hasanuddin and Elyas Palantei)

This research aims at finding out the characteristics of the signal propagation on the 3G-GSM in Makassar city on three providers, namely Tekomsel, Three and Excelcomindo Pratama (XL).

The process of the measuring was carried out in three locations: Jalan Jenderal Sudirman, Panakkukang, and Hasanuddin University areas. The measuring activities were performed three times a day: in the morning, in the afternoon and in the evening. The software used were "TEMS 8.03" and "TEMS 9" connected to both a Laptop and a Mobile K800I, and GPS "GARMIN" to assist the display of the measurement result. The propagation parameters which affect the 3G-GSM networks were RSCP and CPCH Ec/No. The data - both those obtained as the form of a graph.

The measurement result revealed that the RSCP value for the three providers in Panakkukang, Sudirman and Hasanuddin University areas is still within the range of -15 to -85 dBm. As for the Ec/No value, the three areas still showed good results. The characteristics of Sudirman area was classified as *Large City Urban Area*, Panakkukang area as *Small or Medium City Urban Area* and Hasanuddin University area as *Sub Urban Area*.

Keywords: *3G networks, RSCP, Ec/No, Okumura-Hata*

ABSTRAK

SRI SARNA, *Karakteristik Propagasi Sinyal Pada Jaringan 3G-GSM Makassar*". (dibimbing oleh **Dr. Ir. Zulfajri B Hasanuddin, M.Eng** dan **Elyas Palantei, ST.,M.Eng.,Ph.D**)

Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik propagasi sinyal 3G-GSM di kota Makassar pada tiga provider yaitu Telkomsel, Three (3) dan Exelcominda Pratama (XL).

Penelitian ini dilakukan pada tiga lokasi berbeda yaitu Jalan Jenderal Sudirman, Kompleks Panakkukang dan Wilayah Universitas Hasanuddin. Penelitian dilakukan pada tiga waktu pengukuran yaitu pada pagi hari, siang hari dan malam hari dengan menggunakan software "TEMS 8.03" dan "TEMS 9" yang terkoneksi dengan Laptop dan Handphone K8001 serta GPS "GARMIN" untuk membantu dalam menampilkan hasil pengukuran parameter-parameter propagasi yang berpengaruh pada jaringan 3G -GSM yakni RSCP dan CPCH Ec/No. Data hasil pengukuran dan hasil perhitungan dibandingkan dalam bentuk grafik.

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai RSCP untuk ketiga provider pada wilayah Panakkukang, Sudirman dan Wilayah Unhas masih berada pada kisaran -15 sampai -85 dBm . Untuk nilai Ec/No semuanya menunjukkan hasil yang baik. Karakteristik yang didapatkan untuk wilayah Sudirman berada pada kondisi *Urban Area Large City*, wilayah Panakkukang karakteristik wilayahnya berada pada kondisi *Urban Area Small Or Medium City* dan untuk wilayah Unhas karakteristiknya berada pada kondisi *Sub Urban Area*.

Kata Kunci : *Jaringan 3G, RSCP, Ec/No, Okumura-Hata*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GRAFIK	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1	Lat
ar Belakang Masalah	1
1.2	Ru
musan Masalah	3
1.3	Tuj
uan Penelitian	3
1.4	Ma
nfaat Penelitian	4
1.5	Bat
asan Masalah	4
1.6	Sist
ematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sejarah dan Perkembangan Teknologi Komunikasi Selular	6
2.1.1 Generasi Pertama (1G)	7
2.1.2 Generasi Ke-Dua (2G)	8
2.1.3 Generasi Ke-Tiga (3G)	11
2.1.4 Generasi Ke-Empat (4G)	12
2.2 3G – GSM	13
2.2.1 Teknologi 3G-GSM	13
2.2.2 Arsitektur Jaringan 3G-GSM	14
2.2.3 Frekuensi 3G-GSM	19
2.3 Sistem Antena	20
2.4 Base Transceiver Station (BTS)	24

2.4.1	Tower.....	22
2.4.2	Shelter.....	27
2.4.3	Feeder	28
2.4.4	Penentuan Lokasi Site	29
2.5	Radio Wave Propagation.....	31
2.5.1	Karakteristik Propagasi.....	32
2.5.2	Mekanisme Propagasi.....	35
2.5.3	Model Propagasi Okumura.....	37
2.5.4	Model Propagasi Hata dan COST-231	42
2.6	Drive Test.....	44
2.7	TEMS Investigation.....	45
2.8	Roadmap Penelitian	48
BAB III METODE PENELITIAN.....		51
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	51
3.1.1	Lokasi Pengukuran 3G-GSM Telkomsel, Three (3) dan XL	51
3.1.2	Waktu Penelitian.....	54
3.2	Instrument Penelitian	56
3.3	Tekhnik Pengumpulan Data.....	61
3.4	Diagram Alur Penelitian	75
3.5	Tekhnik Analisa Data.....	76
3.6	Roadmap Penelitian	78
BAB IV ANALISA KARAKTERISTIK PROPAGASI SINYAL 3G-GSM MAKASSAR		80
4.1	Hasil Pengukuran dan Analisa Jaringan 3G-GSM Telkomsel, Tri Indonesia (3) dan Excelcomindo Pratama (XL).....	80
4.1.1	Hasil Pengukuran dan Analisa Jaringan 3G-GSM Telkomsel, Tri Indonesia (3) dan Excelcomindo Pratama (XL) di Wilayah Panakkukang.....	80
4.1.2	Hasil Pengukuran dan Analisa Jaringan 3G-GSM Telkomsel, Three (3) dan Excelcomindo Pratama (XL) di Wilayah Sudirman.....	93
4.1.3	Hasil Pengukuran dan Analisa Jaringan 3G-GSM Telkomsel, Three (3) dan Excelcomindo Pratama (XL) di Wilayah Universitas Hasanuddin	105
4.2	Perhitungan Nilai RSCP berdasarkan Hasil Pengamatan	118
4.2.1	Perhitungan Nilai RSCP untuk Wilayah Panakkukang....	119
4.2.2	Perhitungan Nilai RSCP untuk Wilayah Sudirman.....	122
4.2.3	Perhitungan Nilai RSCP untuk Wilayah Universitas Hasanuddin	126
4.3	Analisa Karakteristik Propagasi Sinyal 3G-GSM di Wilayah Makassar	130
4.3.1	Analisa propagasi sinyal 3G-GSM di Wilayah Panakkukang.....	130
4.3.2	Analisa propagasi sinyal 3G-GSM di Wilayah Sudirman.....	133
4.3.3	Analisa propagasi sinyal 3G-GSM di Wilayah	

Unhas	135
4.4 Solusi Perbaikan dari Hasil Analisa.....	138
BAB V PENUTUP	144
5.1 Kesimpulan	144
5.2 Saran.....	145

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perkembangan Teknologi Seluler	6
Gambar 2.2	Komponen Jaringan WCDMA.....	16
Gambar 2.3	Prinsip transmisi interface radio pada UMTS	18
Gambar 2.4	Arsitektur Jaringan 3G	18
Gambar 2.5	Antena Roof Top.....	23
Gambar 2.6	Model yang Paling Banyak Digunakan.....	24
Gambar 2.7	BTS Berkaki Empat	25
Gambar 2.8	BTS Tiga Kaki	26
Gambar 2.9	BTS Monopole	27
Gambar 2.10	BTS Kamufase	27
Gambar 2.11	Ericsson Tower Tube	28
Gambar 2.12	Antena Sectoral (Grid)	29
Gambar 2.13	Antena Microwave	30
Gambar 2.14	Kabel Semirigit	30
Gambar 2.15	Hubungan antara Tx dan Rx	32
Gambar 2.16	Variasi level sinyal yang diterima oleh MS	35
Gambar 2.17	Variasi level sinyal yang diterima dari hasil percobaan.....	35
Gambar 2.18	Propagasi gelombang radio	36
Gambar 2.19	Multipath Propagation pada Gelombang Radio	37
Gambar 2.20	Kurva Redaman rata-rata terhadap ruang bebas	40
Gambar 2.21	Kurva Gain Type Area	40
Gambar 2.22	Model Hata.....	44
Gambar 2.23	Tampilan Awal TEMS Investigation	46
Gambar 3.1	Peta Wilayah Jalan Jenderal Sudirman	52
Gambar 3.2	Peta Wilayah Panakkukang.....	53
Gambar 3.3	Peta Wilayah Universitas Hasanuddin	54
Gambar 3.4	Pengukuran dengan Drive Test pada pagi hari	55
Gambar 3.5	Pengukuran dengan Drive Test pada siang hari.....	55
Gambar 3.6	Pengukuran dengan Drive Test pada malam hari	56
Gambar 3.7	Handphone yang digunakan dalam drive test	57
Gambar 3.8	Kabel data yang digunakan dalam drive test.....	57
Gambar 3.9	Donggel yang digunakan dalam drive test	58
Gambar 3.10	Laptop yang digunakan dalam drive test	58
Gambar 3.11	Kartu yang digunakan yakni Telkomsel, XL dan Three	59
Gambar 3.12	Mobil yang digunakan dalam drive test	60
Gambar 3.13	GPS yang digunakan pada Drive Test	60
Gambar 3.14	Software TEMS yang digunakan pada Drive Test.....	61
Gambar 3.15	USB Hub MBA yang digunakan pada Drive Test	61
Gambar 3.16	Teknik Pengukuran	62
Gambar 3.17	Flowcart metodologi sistem pengukuran	62
Gambar 3.18	Koneksi awal TEMS	66
Gambar 3.19	Tampilan TEMS	66
Gambar 3.20	Tampilan untuk Merubah Posisi MS	67
Gambar 3.21	Tampilan TEMS sebelum Connect	67

Gambar 3.22	Tampilan TEMS setelah Connect	68
Gambar 3.23	Tampilan Menu TEMS untuk Recording.....	68
Gambar 3.24	Tampilan TEMS.....	69
Gambar 3.25	Tampilan TEMS untuk Menampilkan Map	69
Gambar 3.26	Tampilan Menu Map.....	70
Gambar 3.27	Tampilan TEMS untuk menampilkan GSM current Channel	70
Gambar 3.28	Tampilan TEMS pada GSM Current Channel	71
Gambar 3.29	Tampilan TEMS untuk Menampilkan GSM Serving dan Neighbors	71
Gambar 3.30	Tampilan GSM Serving + Neighbors	72
Gambar 3.31	Tampilan TEMS untuk Menampilkan GSM Radio Paramters	72
Gambar 3.32	Tampilan TEMS pada Menu GSM Radio Parameters	73
Gambar 3.33	Tampilan TEMS untuk Menampilkan C/I	73
Gambar 3.34	Tampilan Menu C/I (Carrier to Interference).....	74
Gambar 3.35	Diagram Alur Penelitian	75
Gambar 4.1	Hasil Pengukuran Jaringan 3G wilayah Panakkukang.....	80
Gambar 4.2	Line Chart Jaringan 3G Panakkukang.....	82
Gambar 4.3	Karakteristik RSCP Telkomsel Pagi hari Area Panakkukang	83
Gambar 4.4	Nilai RSCP Telkomsel Pagi hari Area Panakkukang	83
Gambar 4.5	Karakteristik RSCP Three (3) Pagi hari Area Panakkukang	84
Gambar 4.6	Nilai RSCP Three (3) Pagi hari Area Panakkukang	84
Gambar 4.7	Karakteristik RSCP XL Pagi hari Area Panakkukang	85
Gambar 4.8	Nilai RSCP XL Pagi hari Area Panakkukang	85
Gambar 4.9	Karakteristik RSCP Telkomsel Siang hari Area Panakkukang	87
Gambar 4.10	Nilai RSCP Telkomsel Siang hari Area Panakkukang	87
Gambar 4.11	Karakteristik RSCP Three (3) Siang hari Area Panakkukang	87
Gambar 4.12	Nilai RSCP Three (3) Siang hari Area Panakkukang	88
Gambar 4.13	Karakteristik RSCP XL Siang hari Area Panakkukang	88
Gambar 4.14	Nilai RSCP XL Siang hari Area Panakkukang	89
Gambar 4.15	Karakteristik RSCP Telkomsel Malam hari Area Panakkukang	90
Gambar 4.16	Nilai RSCP Telkomsel Siang hari Area Panakkukang	90
Gambar 4.17	Karakteristik RSCP Three (3) Malam hari Area Panakkukang	91
Gambar 4.18	Nilai RSCP Three (3) Malam hari Area Panakkukang	91
Gambar 4.19	Karakteristik RSCP XL Malam hari Area Panakkukang	92
Gambar 4.20	Nilai RSCP XL Malam hari Area Panakkukang	92
Gambar 4.21	Hasil Pengukuran Jaringan 3G wilayah Sudirman.....	93
Gambar 4.22	Line Chart Jaringan 3G di wilayah Jl. Jend. Sudirman.....	94
Gambar 4.23	Karakteristik RSCP Telkomsel Pagi hari Area Sudirman.....	95
Gambar 4.24	Nilai RSCP Telkomsel Pagi hari Area Sudirman	95
Gambar 4.25	Karakteristik RSCP Three (3) Pagi hari Area Sudirman	96
Gambar 4.26	Nilai RSCP Three (3) Pagi hari Area Sudirman	96
Gambar 4.27	Karakteristik RSCP XL Pagi hari Area Sudirman	97

Gambar 4.28	Nilai RSCP XL Pagi hari Area Sudirman	97
Gambar 4.29	Karakteristik RSCP Telkomsel Siang hari Area Sudirman...	98
Gambar 4.30	Nilai RSCP Telkomsel Siang hari Area Sudirman	99
Gambar 4.31	Karakteristik RSCP Three (3) Siang hari Area Sudirman	99
Gambar 4.32	Nilai RSCP Three (3) Siang hari Area Sudirman	100
Gambar 4.33	Karakteristik RSCP XL Siang hari Area Sudirman	100
Gambar 4.34	Nilai RSCP XL Siang hari Area Sudirman	101
Gambar 4.35	Karakteristik RSCP Telkomsel Malam hari Area Sudirman	102
Gambar 4.36	Nilai RSCP Telkomsel Malam hari Area Sudirman	102
Gambar 4.37	Karakteristik RSCP Three (3) Malam hari Area Sudirman ..	103
Gambar 4.38	Nilai RSCP Three (3) Malam hari Area Sudirman	103
Gambar 4.39	Karakteristik RSCP XL Malam hari Area Sudirman.....	104
Gambar 4.40	Nilai RSCP XL Siang hari Area Sudirman	104
Gambar 4.41	Hasil Pengukuran Jaringan 3G Wilayah UNHAS	105
Gambar 4.42	Line Chart 3G Wilayah Universitas Hasanuddin.....	106
Gambar 4.43	Karakteristik RSCP Telkomsel Pagi hari Area Unhas.....	107
Gambar 4.44	Nilai RSCP Telkomsel Pagi hari Area Unhas.....	107
Gambar 4.45	Karakteristik RSCP Three (3) Pagi hari Area Unhas.....	108
Gambar 4.46	Nilai RSCP Three (3) Pagi hari Area Unhas.....	108
Gambar 4.47	Karakteristik RSCP XL Pagi hari di Wilayah Unhas	109
Gambar 4.48	Nilai RSCP XL Pagi hari di Wilayah Unhas	109
Gambar 4.49	Karakteristik RSCP Telkomsel Siang hari Area Unhas.....	111
Gambar 4.50	Nilai RSCP Telkomsel Siang hari di Wilayah Unhas.....	111
Gambar 4.51	Karakteristik RSCP Three (3) Siang hari Area Unhas.....	112
Gambar 4.52	Nilai RSCP Three (3) Siang hari di Wilayah Unhas.....	112
Gambar 4.53	Karakteristik RSCP XL Siang hari di Wilayah Unhas.....	113
Gambar 4.54	Nilai RSCP XL Siang hari di Wilayah Unhas	113
Gambar 4.55	Karakteristik RSCP Telkomsel Malam hari Area Unhas.....	115
Gambar 4.56	Nilai RSCP Telkomsel Malam hari Wilayah Unhas.....	115
Gambar 4.57	Karakteristik RSCP Three (3) Malam hari Area Unhas.....	116
Gambar 4.58	Nilai RSCP Three (3) Malam hari wilayah Unhas.....	116
Gambar 4.59	Karakteristik RSCP XL Malam hari di Wilayah Unhas	117
Gambar 4.60	Nilai RSCP XL Malam hari di Wilayah Unhas	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Alokasi frekuensi 3G-GSM.....	19
Tabel 3.1	Nilai CPICH Ec/No	78
Tabel 3.2	Nilai RSCP	79
Tabel 4.1	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM pagi hari wilayah Panakkukang.....	86
Tabel 4.2	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM Siang hari wilayah Panakkukang.....	89
Tabel 4.3	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM Malam hari wilayah Panakkukang.....	97
Tabel 4.4	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM pagi hari wilayah Sudirman.....	101
Tabel 4.5	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM Siang hari wilayah Sudirman.....	104
Tabel 4.6	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM Malam hari wilayah Sudirman.....	110
Tabel 4.7	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM pagi hari wilayah Unhas	113
Tabel 4.8	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM Siang hari wilayah Unhas	118
Tabel 4.9	Hasil Analisa Propagasi Sinyal 3G-GSM Malam hari wilayah Unhas	119
Tabel 4.10	RSCP wilayah panakkukang pagi hari	130
Tabel 4.11	RSCP wilayah panakkukang siang hari	131
Tabel 4.12	RSCP wilayah panakkukang malam hari	132
Tabel 4.13	RSCP wilayah sudirman pagi hari.....	133
Tabel 4.14	RSCP wilayah sudirman siang hari	134
Tabel 4.15	RSCP wilayah sudirman malam hari.....	134
Tabel 4.16	RSCP wilayah Unhas pagi hari	136
Tabel 4.17	RSCP wilayah Unhas siang hari.....	136
Tabel 4.18	RSCP wilayah Unhas malam hari	137

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Grafik RSCP di wilayah Panakkukang di pagi hari	131
Grafik 4.2	Grafik RSCP di wilayah Panakkukang di siang hari	131
Grafik 4.3	Grafik RSCP di wilayah Panakkukang di malam hari	132
Grafik 4.4	Grafik RSCP di wilayah Sudirman di pagi hari	133
Grafik 4.5	Grafik RSCP di wilayah Sudirman di siang hari	134
Grafik 4.6	Grafik RSCP di wilayah Sudirman di malam hari	135
Grafik 4.7	Grafik RSCP di wilayah Unhas di pagi hari	136
Grafik 4.8	Grafik RSCP di wilayah Unhas Siang hari	137
Grafik 4.9	Grafik RSCP di wilayah Unhas malam hari	137

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada awal abad 21 teknologi komunikasi wireless sudah memasuki generasi ke tiga yang biasa disebut 3G. **3G** (*third-generation technology*) merupakan sebuah standar yang ditetapkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) yang diadopsi dari IMT-2000 untuk diaplikasikan pada jaringan [telepon selular](#). Kehadiran 3G menawarkan service yang bersifat global dan portable yang mendukung layanan pita lebar (multimedia) baik untuk mobile maupun WLL (Wireless Local Loop), Wireless BOD (Bandwidth on Demand) sampai rate 2 Mbps sehingga jaringan dapat digunakan untuk *streaming* secara *real time* nyaris tanpa jeda, interworking dengan sistem eksisting, performansi yang cukup baik terhadap problema propagasi (multi environment) dan memiliki efisiensi spektrum yang tinggi.

Melalui 3G, pengguna telepon selular dapat memiliki akses cepat ke [internet](#) dengan [bandwidth](#) sampai 384 kilobit setiap detik ketika alat tersebut berada pada kondisi diam atau bergerak secepat pejalan kaki. Akses yang cepat ini tentunya mampu memberikan fasilitas yang beragam pada pengguna, seperti menonton [video](#) secara langsung dari [internet](#) atau berbicara dengan [orang](#) lain menggunakan video (*video call*).

Di Indonesia terdapat lima operator 3G, yaitu PT. Hutchinson (Three / PT. Tri Indonesia, PT. Natrindo TS (Axis), PT. Telekomunikasi Seluler (PT. Telkomsel), PT. Excelcomindo Pratama (PT. XL Axiata) dan PT. Indosat.

Propagasi merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas sinyal 3G yang menyebabkan sinyal yang diterima tidak stabil, akses data yang sangat susah tersambung dan kegagalan koneksi yang sering terjadi dalam jaringan sehingga beberapa penelitian tentang propagasi 3G telah dilakukan, yaitu Analisis Kualitas Voice Call pada Jaringan WCDMA Menggunakan TEMS Investigation (R. Bram Aditya Kusuma) yang bertujuan mengetahui kualitas Voice Call serta mengamati daerah cakupan (coverage area) di wilayah Semarang dengan metode tiga waktu pengukuran dengan satu operator, Analisa Penyebab Terjadinya Gagal Koneksi Jaringan 3G IndosatM2 (Eka Wahyu Iriandani) dimana yang dianalisa hanya satu operator, dan Analisa Unjuk Kerja Jaringan Operator 3G (WCDMA-UMTS) Menggunakan Metode *Drivetest* (Heri Kusmanto) dimana dilakukan terhadap tiga operator yaitu Telkomsel, Indosat dan XL dengan metode normal dan metode lock.

Mengacu pada tiga penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dimana propagasi merupakan substansi, maka ***“Karakteristik Propagasi Sinyal Pada Jaringan 3G-GSM Makassar”*** dipilih sebagai judul Tesis dalam menyelesaikan perkuliahan Program Pascasarjana yang diikuti dimana penelitian yang dilakukan mengacu pada pengukuran dengan drive test terhadap tiga operator, yaitu PT. Telkomsel, PT. Tri Indonesia, PT. Excelcomindo Pratama secara bersamaan tiap pengukuran dan dilakukan tiga waktu berbeda yaitu pagi hari, siang hari dan malam hari.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka ditetapkan rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana Karakteristik propagasi sinyal 3G dari operator PT. Telkomsel, PT. Tri Indonesia dan PT. Excelcomindo Pratama di daerah Lapangan Karebosi sampai sepanjang jalur jalan Jendral Sudirman?
2. Bagaimana Karakteristik propagasi sinyal 3G 3G dari operator PT. Telkomsel, PT. Tri Indonesia dan PT. Excelcomindo Pratama di daerah Panakkukang?
3. Bagaimana Karakteristik propagasi sinyal 3G dari operator PT. Telkomsel, PT. Tri Indonesia dan PT. Excelcomindo Pratama di daerah kampus Universitas Hasanuddin?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui karakteristik propagasi sinyal 3G dari operator PT. Telkomsel, PT. Tri Indonesia dan PT. Excelcomindo Pratama di daerah Lapangan Karebosi sampai sepanjang Jalur sepanjang Jalan Jenderal Sudirman;
2. Mengetahui karakteristik propagasi sinyal 3G dari operator PT. Telkomsel, PT. Tri Indonesia dan PT. Excelcomindo Pratama daerah Panakkukang;
3. Mengatahui Karakteristik propagasi sinyal 3G dari operator PT. Telkomsel, PT. Tri Indonesia dan PT. Excelcomindo Pratama di daerah kampus Universitas Hasanuddin.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan diharapkan bermanfaat bagi masyarakat (*user*) sebagai acuan dalam menentukan provider 3G secara bijak berdasarkan lokasinya dan sebagai masukan bagi Excelcomindo Pratama, Tekomsel dan Tri Indonesia sebagai provider resmi 3G di Indonesia secara umum dan di Makassar secara khusus untuk memberikan layanan 3G yang handal, murah dan terpercaya dalam dunia telekomunikasi untuk meraih share terbesar dalam persaingan bisnis yang sangat kompetitif.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian yang dilakukan ditetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Kondisi propagasi yang diteliti hanya 3G-GSM
2. Keadaan propagasi sinyal 3G yang diteliti berdasarkan lokasi yang telah ditentukan, yaitu Lapangan Karebosi sampai sepanjang Jalan Jenderal Sudirman, daerah Panakkukang dan daerah Universitas Hasanuddin.
3. Perangkat Drive test yang digunakan yakni Teme Investigation 8.1.3 dan Teme Investigation 9.0
4. Data hasil Drive test yang dianalisis adalah Line Chart yakni CPICH RSCP dan CPICH Ec / No.
5. Data hasil pengamatan dan pengukuran yang diperoleh selanjutnya dianalisa nilai redaman rugi-rugi propagasi (*path loss*).
6. Data yang digunakan hanya data yang diperoleh pada saat drive test.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

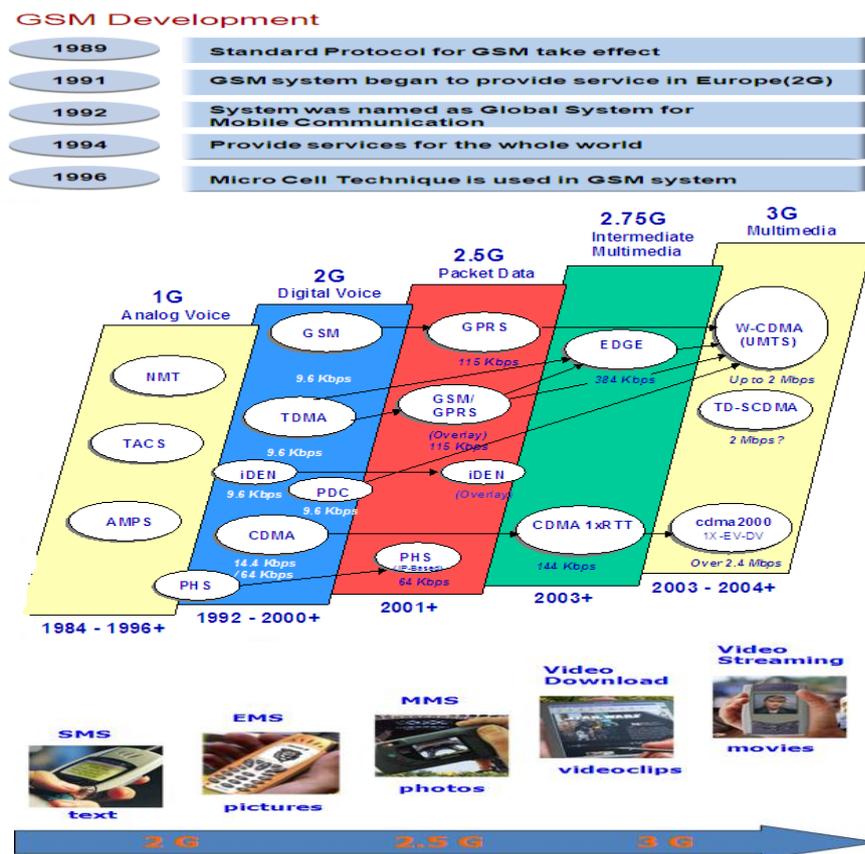
- BAB I. PENDAHULUAN** : Bab ini memuat Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.
- BAB II. TEORI DASAR** : Bab ini berisikan Dasar yang berkaitan dan mendukung Penelitian yang dilakukan.
- BAB III. METODE PENELITIAN** :
Bab ini memuat Lokasi dan Waktu Penelitian, Instrumen Penelitian, Teknik Pengambilan Data, dan Teknik Analisa Data
- BAB IV. ANALISA DATA** : Pada Bab IV memuat hasil analisa data berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan.
- BAB V. KESIMPULAN** : Bab ini berisi kesimpulan dari hasil Penelitian dan Saran dari Peneliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah dan Perkembangan Teknologi Komunikasi Selular

Pada dasarnya perkembangan teknologi komunikasi Selular disebabkan oleh keinginan untuk selalu memperbaiki kinerja, kemampuan dan efisiensi dari teknologi generasi sebelumnya. Pada gambar dibawah memperlihatkan perkembangan teknologi komunikasi selular.



2.1.1 Generasi Pertama (1G)

Generasi Pertama (1G) adalah istilah yang digunakan untuk

menyebutkan teknologi-teknologi yang digunakan pada sistem komunikasi bergerak pada pertama kalinya. Sistem generasi pertama semuanya menggunakan teknologi analog yang pada umumnya lebih dikenal orang dengan AMPS atau TACS.

Basic service yang ditawarkan pada teknologi generasi pertama ini masih berkisar pada suara. Sistem generasi pertama ini memiliki banyak kekurangan, antara lain :

- a. Kapasitas sistem yang terbatas, hal ini karena teknologi multiple accessnya masih menggunakan FDMA, dimana selama pembicaraan berlangsung, penggunaan suatu kanal akan diperuntukkan bagi satu subscriber saja. Walaupun subscriber itu tidak sedang mengirimkan informasi, maka kanal yang dia duduki tidak dapat digunakan oleh subscriber lain. Hal ini berlangsung terus sampai pembicaraan selesai.
- b. Teknologi yang berkembang tidak kompatibel satu dengan yang lainnya sehingga hal ini membatasi mobilitas subscriber yang hanya biasa digunakan didalam areanya saja (tidak memungkinkan roaming ke dalam jaringan lain).
- c. Service yang ditawarkan hanya sebatas suara.
- d. Sistem keamanan yang sangat buruk karena modulasinya masih menggunakan modulasi analog (FM).

2.1.2 Generasi Ke-Dua (2G)

Teknologi seluler 2G hadir menggantikan teknologi seluler

Generasi Pertama (1G) yang menggunakan sistem [analog](#), 2G merupakan jaringan telekomunikasi selular yang diluncurkan secara komersial pada jaringan GSM standar di [Finlandia](#) oleh Radiolinja (sekarang bagian dari Elisa) pada tahun [1991](#). 2G menggunakan sistem [digital](#), selain melayani komunikasi suara juga dapat melayani komunikasi teks, yakni SMS.

a. Time Division Multiple Access (TDMA)

Cara kerja teknologi ini adalah dengan membagi alokasi frekuensi radio berdasarkan satuan waktu. Teknologi TDMA dapat melayani tiga sesi peneleponan sekaligus dengan melakukan pengulangan pada irisan-irisan satuan waktu dalam satu *channel* radio. Jadi, sebuah *channel* frekuensi dapat melayani tiga sesi peneleponan pada jeda waktu yang berbeda, tetapi tetap berpola dan berkesinambungan. Dengan merangkaikan seluruh bagian waktu tersebut, maka akan terbentuk sebuah sesi komunikasi.

b. Personal Digital Cellular (PDC)

PDC memiliki cara kerja yang relatif sama dengan TDMA. Perbedaannya adalah area implementasinya. TDMA lebih banyak digunakan di Amerika Serikat, sedangkan PDC banyak diimplementasikan di Jepang.

c. iDEN

iDEN merupakan teknologi yang hanya digunakan di perangkat dengan

merk tertentu (*proprietary technology FBR*). Teknologi ini merupakan milik perusahaan teknologi komunikasi terbesar di Amerika, Motorola, yang kemudian dipopulerkan oleh perusahaan Nextel. iDEN berbasis teknologi TDMA dengan arsitektur GSM yang bekerja pada frekuensi 800 MHz. Umumnya digunakan untuk aplikasi Private Mobile Radio (PMR) dan “Push-to-Talk”.

d. Digital European Cordless Telephone (DECT)

DECT yang berbasiskan teknologi TDMA difokuskan untuk keperluan bisnis dengan skala *enterprise*, bukan skala *service provider* yang melayani pengguna dalam jumlah yang sangat banyak. Contoh dari aplikasi teknologi ini adalah *wireless* PBX, dan interkom antar telepon *wireless*. Ukuran sell radio yang tidak terlalu besar menyebabkan teknologi ini hanya digunakan dalam rentang yang terbatas. Meskipun demikian, teknologi DECT mengalokasikan *bandwidth* frekuensi yang lebar, yaitu sekitar 32 Kbps per *channel*. Pengalokasian *bandwidth* frekuensi yang lebar ini menghasilkan kualitas suara atau data yang lebih baik dalam format standar ISDN.

e. Personal Handphone Service (PHPS)

PHS merupakan teknologi yang dikembangkan dan diimplementasikan di Jepang. Teknologi ini tidak berbeda jauh dari DECT yang juga mengalokasikan 32 Kbps *channel* untuk menjaga kualitasnya.

Teknologi ini difokuskan untuk kepentingan di dalam lingkungan populasi tinggi sehingga *coverage area* FBR tidak terlalu luas.

Biasanya teknologi PHS menempatkan BTS di lokasi sekitar area keramaian, seperti mall, dan perkantoran.

f. IS-95 CDMA (CDMAone)

CDMAone berbeda dengan teknologi 2G lainnya karena teknologi ini berbasis Code Division Multiple Access (CDMA). Teknologi ini meningkatkan kapasitas sesi peneleponan dengan menggunakan sebuah metode pengkodean yang unik untuk setiap kanal frekuensi yang digunakannya. Dengan adanya sistem pengkodean ini, maka lalu-lintas dan alokasi waktu masing-masing sesi dapat diatur. Frekuensi yang digunakan pada teknologi ini adalah 800 MHz. Namun, terdapat varian lain yang berada di frekuensi 1900 MHz.

g. Global System for Mobile (GSM)

Teknologi GSM menggunakan sistem TDMA dengan alokasi kurang lebih sekitar delapan pengguna di dalam satu *channel* frekuensi sebesar 200 KHz per satuan waktu. Awalnya, frekuensi yang digunakan adalah 900 MHz. Pada perkembangannya frekuensi yang digunakan adalah 1800 MHz dan 1900 MHz. Kelebihan dari GSM adalah *interface* yang lebih bagi para *provider* maupun para penggunanya. Selain itu, kemampuan *roaming* antarsesama *provider* membuat pengguna dapat bebas berkomunikasi.

Setelah 2G, lahirlah generasi 2,5G yang merupakan pengembangan dari

2 G. 2.5G mengaktifkan layanan kecepatan tinggi transfer data melalui jaringan 2G yang ada ditingkatkan. 2,5G adalah layanan komunikasi suara, sms dan data 153 kbps. Teknologi 2,5 G yang terkenal adalah GPRS (General Packet Radio Service) dan EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution).

2.1.3 Generasi Ke-Tiga (3G)

3G (*Third-Generation Technology*) merupakan sebuah standar yang ditetapkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) yang diadopsi dari IMT-2000 untuk diaplikasikan pada jaringan [telepon selular](#). Istilah ini umumnya digunakan mengacu kepada perkembangan [teknologi telepon nirkabel](#) versi ke-tiga. Melalui 3G pengguna telepon selular dapat memiliki akses cepat ke [internet](#) dengan [bandwidth](#) sampai 384 kilobit setiap detik ketika alat tersebut berada pada kondisi diam atau bergerak secepat pejalan kaki. Akses yang cepat ini merupakan andalan dari 3G yang tentunya mampu memberikan fasilitas yang beragam pada pengguna seperti menonton [video](#) secara langsung dari [internet](#) atau berbicara dengan [orang](#) lain menggunakan video.

3G mengalahkan semua pendahulunya, baik [GSM](#) maupun [GPRS](#). Beberapa perusahaan seluler dunia akan menjadikan 3G sebagai standar baru jaringan nirkabel yang beredar di pasaran ataupun negara berkembang. Secara evolusioner teknologi 3G telah dikembangkan menjadi 3.5G melalui peningkatan kecepatan transmisi data dengan teknologi berbasis HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*).

2.1.4 Genarasi Ke-Empat (4G)

4G (*fourth-generation technology*) merupakan pengembangan dari teknologi 3G. Nama resmi dari teknologi 4G ini menurut IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) adalah "*10G and beyond*". Sistem 10G akan dapat menyediakan solusi IP yang komprehensif dimana suara, data, dan arus multimedia dapat sampai kepada pengguna kapan saja dan dimana saja, pada rata-rata data lebih tinggi dari generasi sebelumnya.

Belum ada definisi formal untuk 4G. Bagaimanapun, terdapat beberapa pendapat yang ditujukan untuk 4G yakni, 4G akan merupakan sistem berbasis IP terintegrasi penuh. Ini akan dicapai setelah teknologi kabel dan nirkabel dapat dikonversikan dan mampu menghasilkan kecepatan 100Mb/detik dan 1Gb/detik baik dalam maupun luar ruang dengan kualitas premium dan keamanan tinggi.

4G menawarkan segala jenis layanan dengan harga yang terjangkau, setiap handset 4G akan langsung mempunyai nomor IP v6 dilengkapi dengan kemampuan untuk berinteraksi *internet telephony* yang berbasis *Session Initiation Protocol* (SIP). Semua jenis radio transmisi seperti GSM, TDMA, EDGE, CDMA 2G, 2.5G akan dapat digunakan, dan dapat berintegrasi dengan mudah dengan radio yang dioperasikan tanpa lisensi seperti IEEE 802.11 di frekuensi 2.4GHz & 5-5.8Ghz, *bluetooth* dan selular. *Integrasi voice* dan data dalam *channel* yang sama. Integrasi voice dan data aplikasi *SIP-enabled*.

2.2 3G – GSM

Wideband-CDMA atau W-CDMA (*Wideband Code-Division Multiple Access*) tidak kompatibel dengan CDMA2000 atau sering disebut juga dengan [CDMA](#) saja. W-CDMA atau biasa disebut juga UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) untuk membedakan dari teknologi 3G lain atau generasi lainnya dikenal sebagai 3G-GSM atau 3GSM untuk membedakan dari teknologi yang digunakan.

2.2.1 Teknologi 3G-GSM

Teknologi WCDMA adalah teknologi radio yang digunakan pada sistem 3G/UMTS. Pada jaringan 3G dibutuhkan kualitas suara yang lebih baik, data rate yang semakin tinggi (mencapai 2Mbps dengan menggunakan release 99, dan mencapai 10 Mbps dengan menggunakan HSDPA) oleh sebab itu *bandwidth* sebesar 5MHZ dibutuhkan pada sistem WCDMA.

Posibilitas setiap *user* untuk mendapatkan *bandwidth* yang bervariasi sesuai permintaan layanan user adalah salah satu fitur keunggulan jaringan UMTS. *Packet data scheduling* pada kapasitas jaringan sehingga lebih efisien dibandingkan jaringan GSM yang bergantung pada kapasitas *timeslot*. Alokasi frekuensi untuk sistem 3G dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Sistem TDD (Time Division Duplex) : range frekuensi adalah 1900 Mhz – 1920 Mhz dan 2010 – 2025 yang digunakan kedua range tersebut untuk transmisi *uplink* dan *downlink* secara bersamaan.

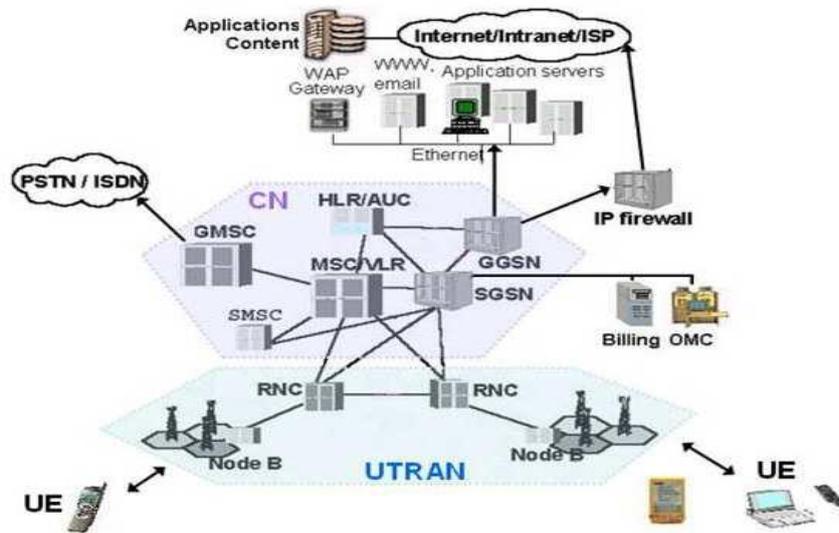
- b. Sistem FDD (Frequency Division Duplex : range frekuensi adalah 1920 - 1980 Mhz untuk transmisi *downlink* 2110 – 2170 untuk transmisi *uplink*, dimana pada saat ini sistem FDD digunakan pada jaringan 3G di Indonesia.

2.2.2 Arsitektur Jaringan 3G-GSM

Pada arsitektur jaringan 3G-GSM (UMTS / WCDMA) dibagi mejadi beberapa bagian yakni :

1. *User Equipment* (UE) atau *Mobile Equipment* (ME) merupakan peralatan telepon yang harus digunakan bersama dengan kartu SIM (*Subscriber Identity Module*). Kartu SIM berisi kode khusus mengenai informasi pelanggan yang disebut *International Mobile Subscriber Identity* (IMSI).
2. UMTS *Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) merupakan *Base Station Subsystem* (BSS) yang terdiri dari satu atau lebih *Radio Network Subsystem* (RNS) yang merupakan subjaringan di bawah UTRAN. UTRAN terdiri dari satu Radio Network Controller (RNC) dan satu atau lebih Node B.
3. RNC merupakan elemen jaringan yang bertanggungjawab terhadap kontrol sumber radio UTRAN. RNC berhubungan dengan *Core Network* (CN) dan mengakhiri protokol *Radio Resource Control* (RRC) yang menentukan pesan dan prosedur antara *mobile* dengan UTRAN.
4. *Core Network* (CN) terdiri dari *Home Location Register* (HLR) merupakan database yang berlokasi di dalam sistem rumah pengguna yang menyimpan profil data pemilik pengguna layanan.

5. *Mobile Services Center (MSC) / Visitor Location Register (VLR)* yang digunakan untuk memeriksa profil layanan kunjungan pengguna pada lokasi UE dalam sistem layanan.



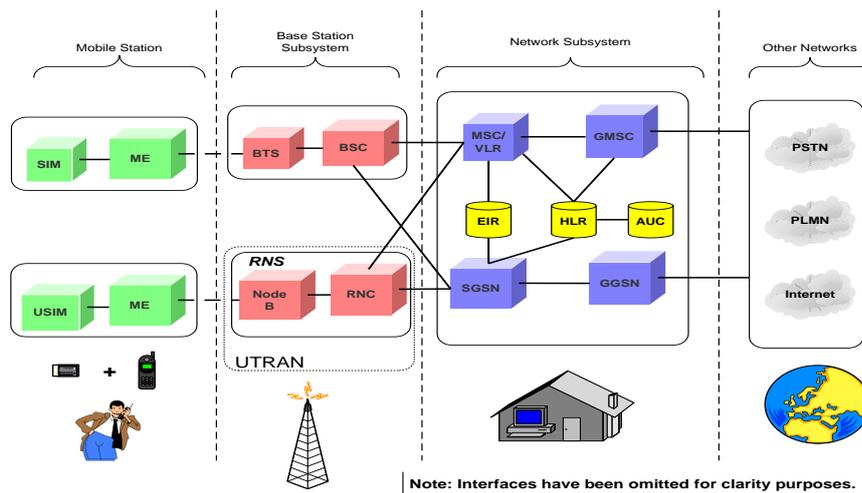
Gambar 2.2 Komponen jaringan WCDMA [R.Bram Aditya Kusuma, Analisis Kualitas Voice Call pada Jaringan WCDMA Menggunakan TEMS Investigation]

Pada prinsipnya transmisi interface radio pada UMTS diperkenalkan UTRAN sebagai RAN yang baru dalam UMTS dan dibagi menjadi beberapa bagian :

- a. UTRAN, terdiri dari Radio Network System (RNS), dimana setiap RNS meliputi RNC, dianalogikan dengan GSM BSC dan Node B sebagai BTS. Pada dasarnya interface lub bersifat terbuka, artinya bahwa operator jaringan dapat memperoleh Node B dari satu vendor dan RNC dari vendor yang lain. Dan interface lur menghubungkan antar RNC. Fungsi utama interface lur adalah mendukung mobilitas inter-RNC dan soft handover antara Node B yang terhubung dengan RNC yang berbeda.

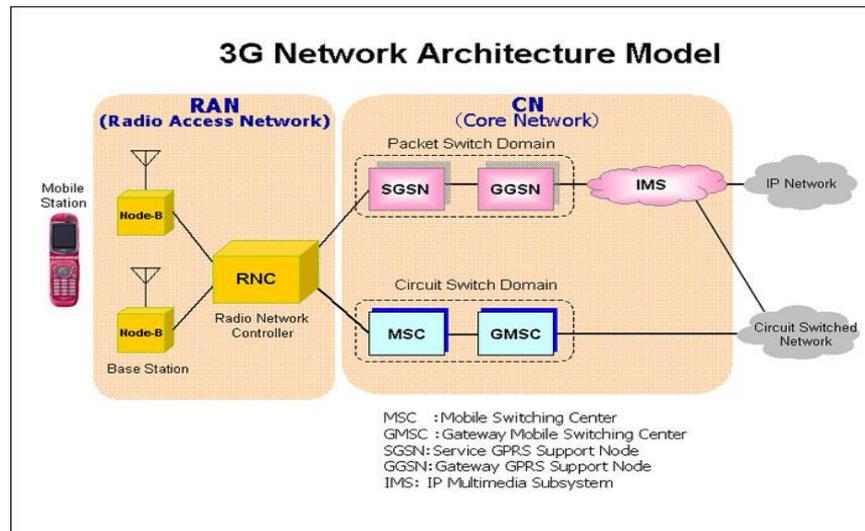
- b. RNC, pada RNC yang mengontrol Node B dibawahnya disebut CNRC (*Controlling RNC*). CNRNC bertanggungjawab manajemen sumber radio yang tersedia pada Node B yang mendukung. RNC menghubungkan UE dengan CN disebut SRNC (*Serving RNC*). Selama UE beroperasi, SRNC mengontrol sumber radio yang digunakan oleh UE dan mengakhiri interface lu ke dan dari CN untuk layanan yang digunakan oleh UE. UTRAN mendukung soft handover, terjadi antara Node B yang dikontrol oleh RNC yang berbeda. Apabila UE berpindah lagi dari Node B yang dikontrol oleh SRNC, hal ini menyebabkan SRNC tidak mampu mengontrol pergerakan UE sendirian, sehingga memungkinkan UTRAN memutuskan mengalihkan ke RNC yang lain. Kemudian disebut dengan serving RNS (SRNS) relocation.
- c. Node B, adalah unit fisik untuk mengirim/menerima frekuensi pada sel. Node B tunggal dapat mendukung baik mode FDD maupun TDD dan dapat co-located dengan GSM BTS. Node B berhubungan dengan UE melalui interface radio Uu dan berhubungan dengan RNC melalui interface lub ATM. Tugas utama Node B adalah mengkonversi data antara interface lub dan Uu, termasuk Forward Error Corection (FEC), W-CDMA spreading/despreading dan memodulasi QPSK pada interface radio. Node B mengukur kualitas dan kekuatan hubungan dan menentukan Frame Error Rate (FER), transmisi data ke RNC sebagai laporan pengukuran pada handover dan penggabungan macro diversity. Node B juga bertanggung jawab pada FDD softer handover.

Penggabungan micro diversity di ruang bebas untuk mengurangi kebutuhan kapasitas transmisi pada tambahan lub. Node B juga melibatkan kontrol daya, seperti Node B memungkinkan UE mengatur powernya menggunakan perintah downlink (DL) TPC (Transmission Power Control) melalui closed/inner-loop power control berdasarkan informasi uplink (UL) TPC.



Gambar 2.3 Prinsip transmisi interface radio pada UMTS [Eka wahyuni Iriandani, Analisa Penyebab Terjadinya Gagal Koneksi Jaringan 3G IndosatM2]

Untuk jaringan 3G dengan aplikasi UMTS dan WCDMA, model arsitekturnya dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.4 Arsitektur Jaringan 3G

2.2.3 Frekuensi 3G-GSM

Jaringan 3G-GSM (UMTS / WCDMA) di Indonesia menggunakan rentang pita frekuensi 1920 MHz sampai 1970 MHz yang berpasangan dengan pita frekuensi 2110 MHz sampai 2160 MHz dimana terdapat lima operator seluler yang beroperasi dan menggunakan rentang pita frekuensi tersebut dengan penguasaan blok dan lebar pita frekuensi yang berbeda beda.

Band Frekuensi	Operator	Up Link / Down Link	Masa Lisensi
1920 – 1925	PT Hutchinson CP	Up Link	2006 - 2016
1930 – 1935	PT Natrindo TS	Up Link	2006 - 2016
1935 – 1940	PT Telkomsel	Up Link	2009 - 2019
1940 – 1945	PT Telkomsel	Up Link	2006 – 2016
1950 – 1955	PT Indosat	Up Link	2006 - 2016
1955 – 1960	PT Indosat	Up Link	2009 - 2019
1960 – 1965	PT XL Axiata	Up Link	2006 - 2016
1965 – 1970	PT XL Axiata	Up Link	2010 - 2020
2110 – 2115	PT Hutchinson CP	Down Link	2006 - 2016
2120 – 2125	PT Natrindo TS	Down Link	2006 - 2016
2125 - 2130	PT Telkomsel	Down Link	2009 - 2019
2130 – 2135	PT Telkomsel	Down Link	2006 – 2016
2140 – 2145	PT Indosat	Down Link	2006 - 2016

2145 – 2150	PT Indosat	Down Link	2009 - 2019
2150 – 2155	PT XL Axiata	Down Link	2006 - 2016
2155 – 2160	PT XL Axiata	Down Link	2010 - 2020

Tabel 2.1 Alokasi Frekuensi 3G-GSM

Dua operator yang relatif kecil dan baru yaitu PT. Hutchinson CP (Three) dan PT. Natrindo TS (AXIS) masing-masing menguasai pita frekuensi 1920 MHz sampai 1925 MHz untuk up link serta untuk down link-nya menggunakan pita frekuensi 2110 MHz sampai 2115 MHz dan pita frekuensi 2120 MHz sampai 2125 MHz atau masing-masing menguasai 10 MHz. Pada Tabel 2.1 alokasi frekuensi UMTS menunjukkan bahwa bahwa tiga operator masing-masing menggunakan dua blok pita frekuensi untuk up link dan down link sehingga masing-masing menguasai lebar pita frekuensi sebesar 20 MHz. PT. Telkomsel menguasai band frekuensi 1935 MHz sampai 1945 MHz yang dibagi menjadi dua blok untuk up link dan band frekuensi 2125 MHz sampai 2135 MHz yang juga dibagi dua blok untuk downlink-nya. Sementara PT. Indosat menguasai dan menggunakan band fekuensi 1950 MHz sampai 1960 MHz yang dibagi menjadi dua blok untuk up link dan band frekuensi 2140 MHz sampai 2150 MHz yang juga dibagi dua blok untuk downlink-nya. PT. XL Axiata menguasai band frekuensi 1960 MHz sampai 1970 MHz yang dibagi menjadi dua blok untuk up link dan band frekuensi 2150 MHz sampai 2160 MHz yang juga dibagi dua blok untuk downlinknya. (*Direktorat Jenderal Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika, Penataan Sumber Daya Frekuensi*)

2.3 Sistem Antena

Gelombang radio GSM dihasilkan dengan memberikan aliran listrik bolak-balik pada antena. Antena pada BTS pada dasarnya adalah kabel panjang yang dialiri tegangan arus bolak-balik yang akan menghasilkan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi sama dengan frekuensi sumber tegangan atau arus. Setiap antena memiliki karakteristik radiasi yang berbeda-beda, karakteristik ini dapat digambarkan dengan mem-plot *received time averaged power maximum* pada diagram blog.

Dalam komunikasi seluler, digunakan beberapa jenis antena sesuai dengan kondisi penggunaan dan target yang akan dicapai, beberapa jenis antena yang sering digunakan yaitu sebagai berikut :

1. Antena Isotropik

Antena isotropik adalah antena non-directional yang meradiasikan gelombang elektromagnetik ke segala arah. Antena isotropik dapat digunakan sebagai referensi untuk menentukan gain yang dihasilkan pada antenna dimana perbandingan gain pada arah tertentu dibandingkan dengan antena isotropik dinyatakan dalam dBi.

2. Antena Half Wave Dipole

Half Wave Dipole Antenna dapat juga dijadikan referensi untuk produksi praktikal. *Half Wave Dipole* diperoleh dengan memotong konduktor sebesar setengah panjang gelombang frekuensi radio dan dinyatakan dalam unit dBd.

3. Beam Width Antena

Saat proses planning sebuah site harus diperhatikan juga jenis antenna yang digunakan dan dapat diketahui informasi dari datasheet, termasuk info

mengenai gain, beam width dan juga gambar pattern secara vertikal atau horisontal. Untuk daerah padat (*area urban*) *beam width* yang terlalu besar tidak terlalu baik karena dapat menimbulkan terjadinya interferensi disisi lain daerah yang kurang padat (*area rural*) apabila digunakan beam width kecil maka coverage-nya akan kurang maksimal.

4. Antena Downtilt

Standar vertikal *beam width* adalah pointing ke arah horizontal, mengaplikasikan *downtilt* pada antena dapat memberikan keuntungan antara lain power yang diradiasikan akan lebih terfokus ke *objective coverage* area pada setiap sektor, dengan mengurangi power pada arah horison maka problem interferensi juga dapat dikurangi.

5. Mechanical Downtilt

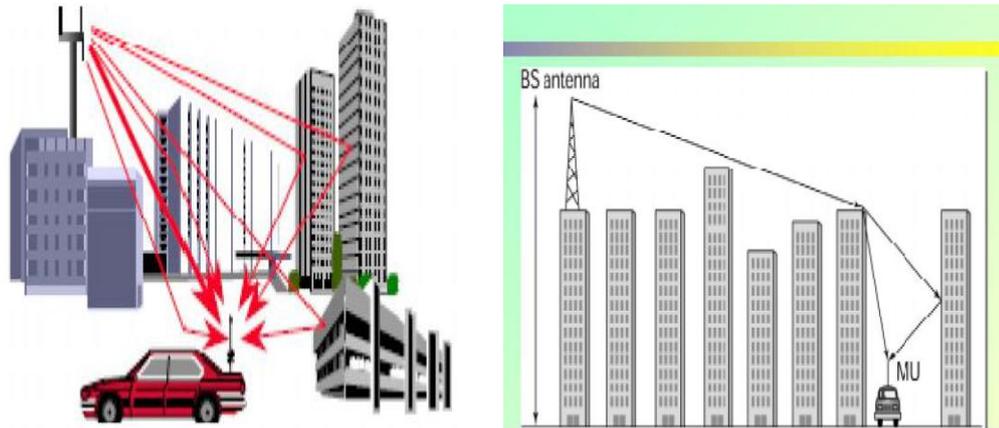
Mechanical downtilt adalah perubahan antena *tilting* dengan mengubah *tilt angle* yang terletak pada *antenna clamp*, derajat kemiringan tampak dari luar dan dapat diukur derajat kemiringannya menggunakan *tilt meter*. *Mechanical Downtilt* mengakibatkan perubahan bentuk pada *horisontal pattern*, semakin besar derajat *mechanical downtilt* maka coverage pada *main lobe* berkurang sedangkan pada sisi *side lobe* akan melebar. (*Lingga Wardana, 2G/3G RF Planning and Optimization for Consultant*)

6. Antenna Dual dan Triple Band

Dengan makin berkembangnya jaringan, kebutuhan ruang untuk pemasangan perangkat jaringan pun bertambah. Pada daerah yang terdapat pelanggan

(*subscriber*) sebuah tower dapat saja terdiri dari BTS GSM, BTS DCS dan Node B 3G sehingga antenna yang dibutuhkan pada setiap sektor berjumlah tiga unit, sehingga apabila terdapat tiga sektor antenna berarti antenna yang terpasang menjadi berjumlah Sembilan unit. Hal ini akan memboroskan ruang yang dibutuhkan bahkan beberapa tower tidak dirancang untuk menahan beban dengan antenna sebanyak itu, dengan pemasangan *antenna dual band* atau *triple band* dapat menghemat ruang untuk pemasangan antenna sehingga *antenna dual band* atau *triple band* menjadi pilihan operator saat ini.

Lokasi antenna merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan untuk keperluan *performasnce result*, beberapa lokasi antenna ada yang direkomendasikan dan ada yang tidak direkomendasikan. Penempatan antenna di *roof top* semaksimal mungkin dihindari karena dapat menimbulkan *obstacle* atau halangan berupa tembok dan perlu juga dihindari penempatan Antena yang berdekatan dengan antenna penerima TV Satelit karena radiasinya dapat mempengaruhi jaringan meskipun pada sistem GSM sudah terdapat filtering sehingga sinyal tidak saling mengganggu adanya halangan yang dapat merubah bentuk *pattern beam antenna*.
(Lingga Wardana)



Gambar 2.5 Antena Roof Top [Modul 04 ITB]

2.4 Base Transceiver Station (BTS)

Base Transceiver Station (BTS) yang berfungsi menjembatani perangkat komunikasi pengguna dengan jaringan menuju jaringan lain untuk mendukung mobilitas yang tinggi, dimana BTS dikontrol oleh satu *Base Station Controller* (BSC) yang dihubungkan dengan koneksi *microwave* ataupun *serat optik*. BTS dari tiga bagian utama, yaitu tower, shelter dan feeder.

1. Tower

Tower adalah sebuah tiang pemancar, di Indonesia banyak sekali jenis-jenis tower pemancar tergantung dari vendornya dan berfungsi untuk memancarkan (*transceiver*) dan menerima (receiver) sinyal baik dari MS (*Main Station*) maupun menuju ke BSC (*Base Stasion Control*).



Gambar 2.6 Model Tower yang paling banyak digunakan

Adapun jenis berbagai macam tower BTS macro site, yaitu sebagai berikut :

- a. BTS Greenfield dengan struktur berkaki empat, biasanya untuk BTS dengan ketinggian lebih dari 30 meter di daerah rural



Gambar 2.7 BTS Berkaki Empat

- b. BTS Greenfield dengan berkaki tiga, lebih hemat tempat dan cocok untuk daerah perkotaan. Tower Tiga (3) kaki dibagi menjadi dua (2) macam,

yaitu tower tiga kaki diameter besi pipa 9 cm ke atas atau yang lebih dikenal dengan nama Triangle dimana mampu menampung banyak antenna dan radio dan tower tiga kaki diameter 2 cm ke atas. Beberapa kejadian robohnya tower jenis ini karena memakai besi dengan diameter di bawah 2 cm, ketinggian maksimal tower jenis ini yang direkomendasi adalah 60 meter dan ketinggian rata-rata adalah 40 meter. Tower jenis ini disusun atas beberapa stage (potongan), yaitu satu stage ada yang 4 meter namun ada yang 5 meter, semakin pendek stage maka makin kokoh dan biaya pembuatannya makin tinggi karena setiap stage membutuhkan tali pancang atau spanner. Jarak patok spanner dengan tower minimal 8 meter, makin panjang makin baik karena ikatannya makin kokoh sehingga tali penguat tersebut tidak makin meruncing di tower bagian atas.



Gambar 2.8 BTS Tiga Kaki

c. BTS monopole

BTS ini juga digunakan di Indonesia dengan tiang antenna monopole, wireless antenna tower adalah tiang baja berongga dengan bentuk badan tiang polygonal banyak segi, dimana dibentuk dengan proses bending atau

tekuk press. Untuk badan tiang dengan diameter lebar, dikonstruksi secara tangkup atau penyatuan diantara 1/ 2 atau 1/ 3 lingkaran belahan (tergantung lingkaran diameter) dengan proses pengelasan dimana panjang tiap segmen 6000 mm dengan sistem sambungan antar segmen.



Gambar 2.9 BTS Monopole

d. **BTS Kamufase**

BTS kamufase adalah jenis BTS yang menyerupai pohon untuk keindahan estetika.



Gambar 2.10 BTS Kamufase

e. Ericsson Tower Tube

Ericsson tower tube adalah jenis tower yang ramah lingkungan dan mempunyai efisiensi tinggi karena memiliki sirkulasi udarayang secara otomatis membuat suhu dalam tower lebih dingin tanpa menggunakan pendingin ruangan tambahan



Gambar 2.11 Ericson Tower Tube

2. Shelter

Shelter merupakan tempat untuk menyimpan berbagai perangkat penting, yaitu *module combiner, module per carrier, core module* (module inti), *power supply, fan* (kipas), pendingin, dan AC/DC converter, *Rectifier, Baterei* , *Microwave System, Antenna Sectoral* dan *Antenna Microwave*.

a. Antenna Sectoral

Antenna Sectoral berbentuk persegi panjang, terpasang pada tower dengan ketinggian tertentu dan berfungsi sebagai penghubung antara BTS dengan *Handphone*.



Gambar 2.12 Antena Sectoral (Grid)

b. Antenna Microwave

Antenna Microwave yang berbentuk seperti genderang rebana yang berfungsi sebagai alat yang menerima dan memancarkan gelombang dari Base Transceiver Station (BTS) ke BSC atau dari BTS ke BTS lainnya.



Gambar 2.13 Antena Microwave

3. Feeder

Feeder adalah kabel yang menghubungkan antara antenna yang terdapat di atas tower menuju ke shelter dan kabel *semirigit* merupakan kabel transmisi pada BTS.



Gambar 2.14 Kabel Semirigit

Berdasarkan *performance result* beberapa hal perlu diperhatikan dalam penentuan lokasi site untuk mendukung layanan telekomunikasi bergerak berkembang dengan cepat, kebutuhan kualitas layanan yang tinggi dan kapasitas jaringan yang lebih besar menjadi masalah yang sangat penting.

UMTS sebagai suatu revolusi dari GSM merupakan suatu teknologi sepasang frekuensi pembawa 5 MHz pada uplink dan downlink dengan alokasi frekuensi untuk uplink yaitu 1945 MHz – 1950 MHz dan untuk downlink yaitu 2135 MHz – 2140 MHz yang memungkinkan banyak user mengakses informasi dalam frekuensi dan waktu yang sama. Adapun lokasi yang direkomendasikan yaitu pada daerah lereng dan yang tidak direkomendasikan yaitu daerah pegunungan karena dapat menyebabkan interferensi sinyal.

2.5 Radio Wave Propagation

Propagasi gelombang radio dapat diartikan sebagai proses perambatan gelombang radio dari pemancar ke penerima. Transmisi sinyal dengan media non-kawat memerlukan antenna untuk meradiasikan sinyal radio ke udara bebas

dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Gelombang ini akan merambat melalui udara bebas menuju antenna penerima dengan mengalami peredaman sepanjang lintasannya, sehingga ketika sampai di antenna penerima, energy sinyal sudah sangat lemah. Gelombang dalam perambatannya menuju antenna penerima dapat melalui berbagai macam lintasan. Jenis lintasan yang diambil tergantung dari frekuensi sinyal, kondisi atmosfer dan waktu transmisi. Ada 3 jenis lintasan dasar yang dapat dilalui, yakni melalui permukaan tanah (gelombang tanah), melalui pantulan dari lapisan ionosfir di langit (gelombang langit), dan perambatan langsung dari antenna pemancar ke antenna penerima tanpa ada pemantulan (<http://elektronika-dasar.web.id>, teori-elektronika, propagasi-gelombang-radio-gelombang-elektromagnetik)

2.5.1 Karakteristik Propagasi

Dasar propagasi gelombang elektromagnetik adalah medan listrik dan medan magnetik yang merambat di udara dengan mode TEM (*Transverse Electromagnetic Mode*) yang artinya arah vector medan magnet dan arah vector medan elektrik saling tegak lurus terhadap perambatan gelombang. Bila suatu antenna ditempatkan pada satu posisi transmitter (Tx), gelombang menjalar dari Tx menuju ke receiver (Rx). Di

titik

penerima

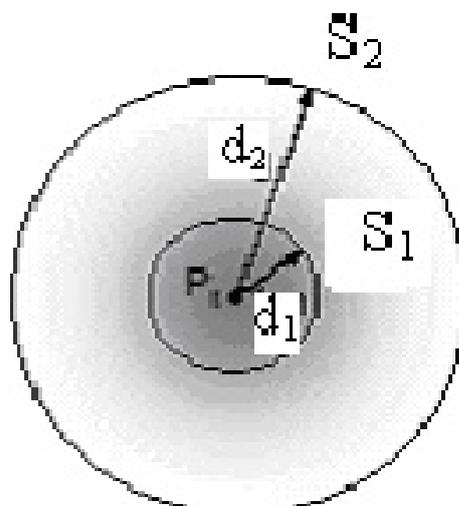
akan

gelombang

antenna

diterima oleh

Rx. Besar kuat



sinyal yang diterima pada titik Rx sangat tergantung pada jarak dan daya pancar Tx.

Gambar 2.15 Hubungan antara Tx dan Rx

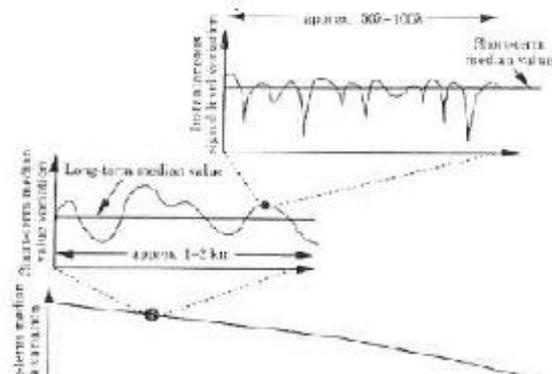
Pada sistem komunikasi mobile, karakteristik jalur propagasi mempunyai pengaruh terhadap desain sistem. Ketika terminal berada di lingkungan luar ruang (*outdoor*) dengan ukuran jangkauan untuk medium dan besar yaitu di atas 1 km, karakteristik jalur propagasi dianggap sebagai kondisi non LOS (NLOS). Hal ini disebabkan karena terminal dibayangi (*shadowed*) oleh keadaan alam suatu daerah (*terrain*) dan bangunan yang dibuat oleh manusia. Kondisi NLOS dianggap lebih sulit dan lebih banyak dibandingkan dengan kondisi LOS.

Karakteristik jalur propagasi dapat dibagi dalam tiga komponen, yaitu rugi alur (*path loss*) yang berkaitan dengan jarak, *shadowing* dan *multipath fading*. Gambar 2.16 memperlihatkan contoh variable level sinyal yang diterima dengan jarak penerima sekian ratus panjang gelombang.

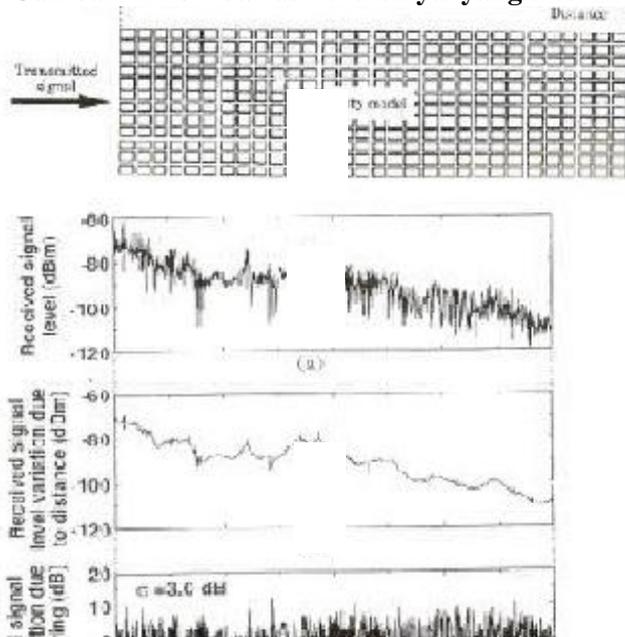
Dari sinyal yang diterima dapat diobservasi seberapa dalam dan cepatnya envelope fluktuasi yang disebabkan oleh interferensi bersama antar komponen sinyal yang diterima yang berasal dari segala arah. Variasi level yang diterima disebut dengan *multipath fading*. Apabila variasi level sinyal yang cepat dihilangkan dengan membuat rata-rata level sinyal yang diterima, masih ada variasi level sinyal yang relative kecil disebut shadowing. *Shadowing* disebabkan oleh daerah yang tidak seragam atau konstruksi yang

dibuat oleh manusia. Karena kerapatan probabilitas adalah distribusi log-normal, maka dikatakan sebagai fading log-normal. Variasi ini juga sering disebut sebagai variasi *short term median value* atau *variasi large scale signal*.

Selanjutnya dari variasi level sinyal yang relative kecil dapat diperhitungkan area level sinyal rata-rata. Area ini disebut dengan *path loss* atau variasi long term median value. Gambar 2.17 memperlihatkan variasi level sinyal yang diterima yang diperhitungkan dari percobaan di lapangan. Gambar 2.17 (a), variasi level sinyal yang diterima rata-rata selama 1 detik. Variasi ini gabungan shadowing dan path loss. Dengan membuat lebih halus variasi ini didapat gambar 2.17(b), yaitu area variasi sinyal rata-rata yang disebut dengan path loss, gambar 2.17 (c), memperlihatkan perbedaan antara gambar a dan b, yang berkaitan dengan variasi dari shadowing dengan standar deviasi 3.0dB



Gambar1 2.16 Variasi level sinyal yang diterima oleh MS

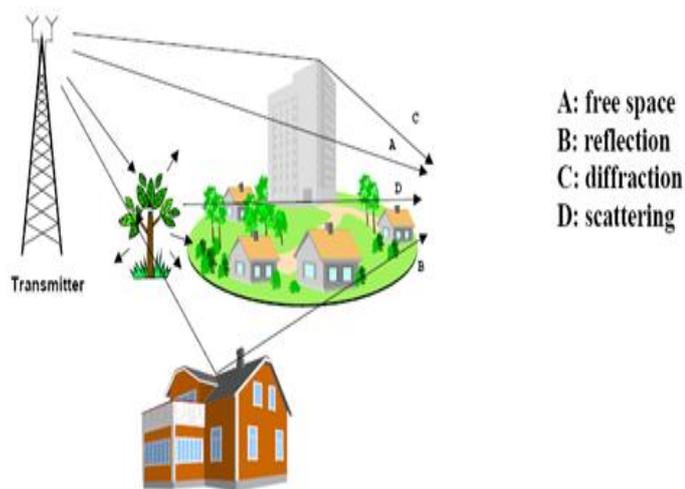


Gambar 2.17 Variasi level sinyal yang diterima dari hasil percobaan (a) variasi level sinyal yang diterima shadowing dan path loss (b) variasi level sinyal yang diterima berupa path loss (c) variasi level sinyal yang diterima berupa shadowing

2.5.2 Mekanisme Propagasi

Dalam sistem komunikasi bergerak ada tiga mekanisme dasar yang terjadi pada propagasi sinyal yaitu:

1. Refleksi, terjadi ketika gelombang elektromagnet yang merambat mengenai permukaan yang halus dengan dimensi besar dibandingkan dengan panjang gelombang sinyal.
2. Difraksi, terjadi ketika lintasan *radio* terhalang oleh objek padat yang lebih besar daripada panjang gelombang sinyal. Biasa disebut juga dengan *shadowing*.
3. Hamburan, terjadi ketika gelombang elektromagnet yang merambat mengenai permukaan kasar dengan dimensi lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang sinyal atau mengenai permukaan berdimensi kecil

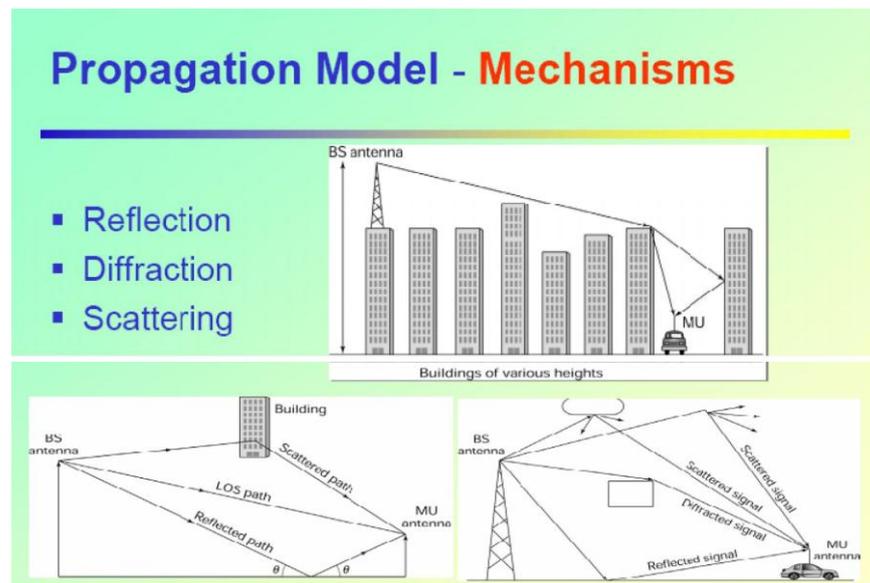


Gambar 2.18 Propagasi gelombang radio (Afira Genubhy, 2010).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *Radio Wave Propagation*, yaitu

:

1. Fakta bahwa gelombang radio dipantulkan oleh permukaan bumi (karena permukaan bumi bersifat konduktif)
2. Loss pada saat pentransmisian karena terdapat halangan gedung atau pepohonan
3. Variasi topografi seperti hutan, pedesaan atau perkotaan.



Gambar 2.19 Multipath Propagation pada Gelombang Radio

2.5.3 Model Propagasi Okumura

Radio Propagation Model atau Radio Wave propagation Model atau Radio Frequency Model adalah formula matematik empiris untuk menggambarkan karakteristik propagasi gelombang radio berdasarkan fungsi frekuensi, jarak, ketinggian dan kondisi lainnya. Berbagai macam formula dikembangkan untuk memprediksi karakteristik gelombang radio dari satu tempat ke tempat lainnya, salah satunya adalah Okumura – Hata Propagation Model.

Pada tahun 1968 seorang engineer jepang bernama Okumura

melakukan pendekatan empiris di kota Tokyo Jepang untuk kalkulasi radio Propagation Model. Okumura melakukan pendekatan empiris untuk berbagai tipe area. Meskipun diagram yang dihasilkan hanya berupa gambaran kasar dimana setiap tempat pasti memiliki topografi yang berbeda dengan tempat yang lain . Formula Matematika Okumura, yaitu :

$$L = L_{FSL} + A_{MU} + H_{MG} - H_{BG} - \sum K_{correction} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- L = Median path loss (dB)
- L_{FSL} = free space path loss (dB)
- A_{MU} = median attenuation (dB)
- H_{MG} = faktor gain ketinggian antenna Mobile Station
- H_{BG} = faktor gain ketinggian antenna Base Station
- $\sum K_{correction}$ = faktor gain untuk koreksi seperti keadaan vegetasi, permukaan air, halangan dll.

Model Okumura merupakan salah satu model yang terkenal dan paling banyak digunakan untuk melakukan prediksi sinyal di daerah urban (kota).

Model ini cocok untuk range frekwensi antara 150-1920 MHz dan pada jarak antara 1-100 km dengan ketinggian antenna base station (BS) berkisar 30 sampai 1000 m. Okumura membuat kurva-kurva redaman rata-rata relatif terhadap redaman ruang bebas (A_{mu}) pada daerah urban melalui daerah quasi-smooth terrain dengan tinggi efektif antenna base station (h_{te}) 200 m dan tinggi antenna mobile station (h_{re}) 3 m .

Kurva-kurva ini dibentuk dari pengukuran pada daerah yang luas dengan menggunakan antenna omnidirectional baik pada BS maupun MS, dan digambarkan sebagai fungsi frekuensi (range 100-1920 MHz) dan fungsi jarak dari BS (range 1-100 km). Untuk menentukan redaman lintasan

dengan model Okumura, pertama kita harus menghitung dahulu redaman ruang bebas (free space path loss), kemudian nilai Amu (f,d) dari kurva Okumura ditambahkan kedalam factor koreksi untuk menentukan tipe daerah. Model Okumura dapat ditulis dengan persamaan berikut:

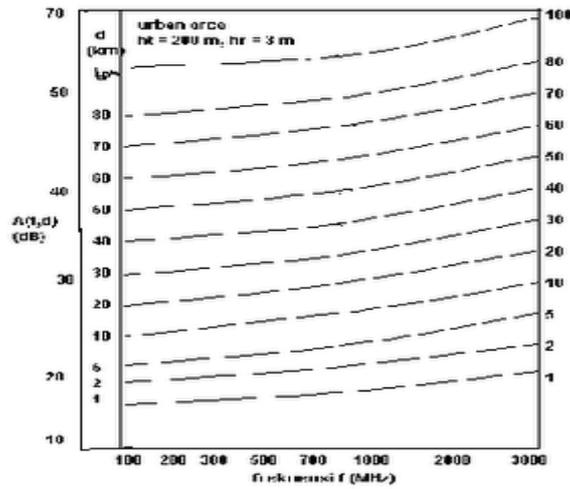
$$L \text{ (dB)} = LF + \text{Amu}(f,d) - G(\text{hte}) - G(\text{hre}) - \text{GAREA} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

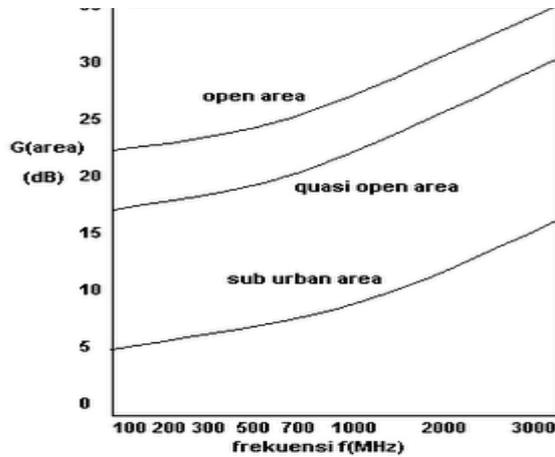
- L : Nilai rata-rata redaman lintasan propagasi,
- LF : Redaman lintasan ruang bebas,
- Amu : Redaman relatif terhadap redaman ruang bebas
- G(hte) : Gain antena BS
- G(hre) : Gain antena MS
- GAREA : Gain tipe daerah.

Gain antena disini adalah karena berkaitan dengan tinggi antena dan tidak ada hubungannya dengan pola antena. Kurva Amu(f,d) untuk range frekuensi 100-3000 Mhz ditunjukkan oleh , sedangkan nilai GAREA untuk berbagai tipe daerah dan frekuensi diperlihatkan pada gambar dibawah ini Lebih jauh, Okumura juga menemukan bahwa G(hte) mempunyai nilai yang bervariasi dengan perubahan 20 dB/decade dan G(hre) bervariasi dengan perubahan 10 dB/decade pada ketinggian antena kurang dari 3 m.

G(hre) = 20log(hre/200)	100 m > hre > 10 m
G(hre) = 20log(hre/3)	10 m > hre > 3 m
G(hre) = 10 log(hre/3)	hre ≤ 3 m



Gambar 2.20 Kurva Redaman Rata-rata terhadap Ruang Bebas



Gambar 2.21 Kurva Gain Type Area

Beberapa koreksi juga dilakukan terhadap model Okumura. Beberapa parameter penting seperti tinggi *terrain undulation* (D_h), tinggi daerah seperti bukit atau pegunungan yang mengisolasi daerah, kemiringan rata-rata permukaan daerah, dan daerah transisi antara daratan dengan lautan juga harus diperhitungkan. Jika parameter-parameter tersebut dihitung, maka faktor koreksi yang didapat dapat ditambahkan untuk perhitungan redaman propagasi (*Desiah, Hukumokumurahatta.blogspot.com*).

Semua faktor koreksi akibat parameter-parameter tersebut juga sudah tersedia dalam bentuk kurva Okumura. Model Okumura ini, semuanya berdasarkan pada data pengukuran dan tidak menjelaskan secara analitis hasil perhitungan yang diperoleh. Untuk kondisi tertentu, kita dapat melakukan ekstrapolasi terhadap kurva Okumura untuk mengetahui nilai-nilai di luar rentang pengukuran yang dilakukan Okumura, tetapi validitas dari ekstrapolasi yang kita lakukan sangat bergantung kepada keadaan dan kehalusan kurva ekstrapolasi yang kita buat.

Model Okumura merupakan model yang sederhana tetapi memberikan akurasi yang bagus untuk melakukan prediksi redaman lintasan pada sistem komunikasi radio bergerak dan selular untuk daerah yang tidak teratur. Kelemahan utama dari model ini adalah respon yang lambat terhadap perubahan permukaan tanah yang cepat. Karena itu model ini sangat cocok diterapkan pada daerah urban dan suburban, tetapi kurang bagus jika untuk daerah rural (pedesaan). Secara umum standar deviasi hasil prediksi model ini dibanding dengan nilai hasil pengukuran adalah sekitar 10 dB sampai 14 dB.

2.5.4 Model Propagasi Hata dan COST-231

Pada tahun 1980 Hata melakukan pengembangan dari formula yang dibuat oleh Okumura. Model Hata merupakan bentuk persamaan empirik dari kurva redaman lintasan yang dibuat oleh Okumura, karena itu

model ini lebih sering disebut sebagai model Okumura-Hata. Model ini valid untuk daerah range frekuensi antara 150-1500 MHz. Hata membuat persamaan standar untuk menghitung redaman lintasan di daerah urban, sedangkan untuk menghitung redaman lintasan di tipe daerah lain (suburban, open area, dan lain-lain), Hata memberikan persamaan koreksinya. Persamaan prediksi Hata untuk daerah urban adalah:

$$L(\text{urban})(\text{dB}) = 69,55 + 26,16 \log f_c - 13,82 \log h_t e - a(\text{hre}) + (44,9 - 6,55 \log h_{re}) \log d \dots\dots\dots (3)$$

- Dimana
- Fc : Frekuensi kerja antara 150-1500 MHz,
 - The : Tinggi efektif antena transmitter (BS) sekitar 30-200 m ,
 - Hre : Tinggi efektif antena receiver (MS) sekitar 1-10 m,
 - d : Jarak antara Tx-Rx (km), dan
 - a(hre) : Faktor koreksi untuk tinggi efektif antena MS sebagai fungsi dari luas daerah yang dilayani.

Untuk kota kecil sampai sedang, faktor koreksi a(hre) diberikan oleh persamaan:

$$a(\text{hre}) = (1,1 \log f_c - 0,7) h_{re} - (1,56 \log f_c - 0,8) \text{Db} \dots\dots\dots (4)$$

sedangkan untuk kota besar:

$$a(\text{hre}) = 8,29 (\log 1,54 h_{re})^2 - 1,1 \text{ dB untuk } f_c < 300 \text{ MHz} \dots\dots\dots (5)$$

$$a(\text{hre}) = 3,2 (\log 11,75 h_{re})^2 - 4,97 \text{ dB untuk } f_c > 300 \text{ MHz} \dots\dots\dots (6)$$

Untuk memperoleh redaman lintasan di daerah suburban dapat diturunkan dari persamaan standar Hata untuk daerah urban dengan menambahkan

faktor koreksi, sehingga diperoleh persamaan berikut:

$$L(\text{suburban})(\text{dB}) = L(\text{urban}) - 2[\log(\text{fc}/28)]^2 - 5,4 \dots\dots\dots (7)$$

dan untuk daerah rural terbuka, persamaannya adalah:

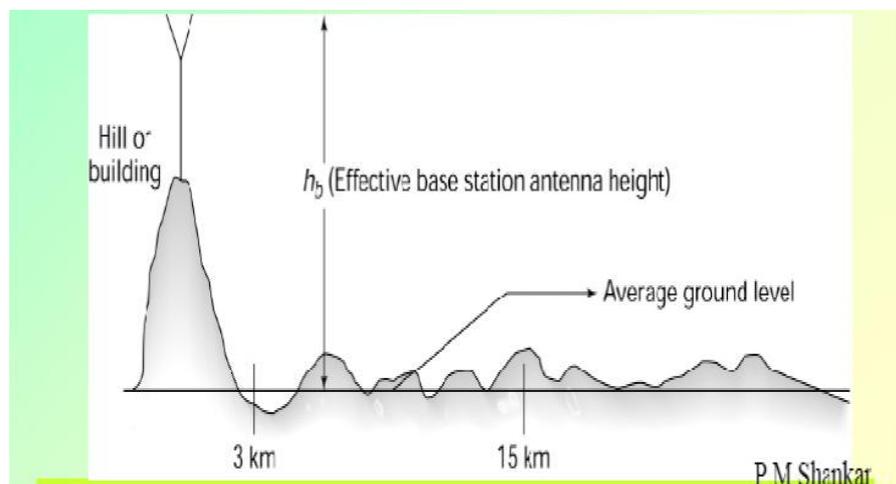
$$L(\text{open rural})(\text{dB}) = L(\text{urban}) - 4,78 (\log \text{fc})^2 - 18,33 \log \text{fc} - 40,98 \dots\dots\dots (8)$$

Walaupun model Hata tidak memiliki koreksi lintasan spesifik seperti yang disediakan model Okumura, tetapi persamaan-persamaan di atas sangat praktis untuk digunakan dan memiliki akurasi yang sangat baik. Hasil prediksi dengan model Hata hampir mendekati hasil dengan model Okumura, untuk jarak d lebih dari 1 km. Model ini sangat baik untuk sistem mobile dengan ukuran sel besar, tetapi kurang cocok untuk sistem dengan radius sel kurang dari 1 km. European Co-operative for Scientific and Technical Research (EURO-COST) membentuk komite kerja COST-231 untuk membuat model Hata yang disempurnakan atau diperluas. COST-231 mengajukan suatu persamaan untuk menyempurnakan model Hata agar bisa dipakai pada frekuensi 2 GHz. Model redaman lintasan yang diajukan oleh COST-231 ini memiliki bentuk persamaan:

$$L(\text{urban}) = 46,3 + 33,9 \log \text{fc} - 13,82 \log \text{h} - a(\text{hre}) + (44,9 - 6,55 \log \text{h}) \log d + \text{CM} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana a(hre) adalah faktor koreksi tinggi efektif antenna MS sesuai dengan hasil Hata, dan 0 dB untuk daerah kota sedang dan suburban CM

= 3 dB untuk daerah pusat metropolitan Model Hata COST-231 hanya cocok untuk parameter-parameter $f = 1500 - 2000$ MHz, $h_{te} = 30-200$ m, $h_{re} = 1-10$ m, dan $d = 1-20$ km.



Gambar 2.22 Model Hata [Modul 04 ITT Bandung]

2.6 Drive Test

Drive Test merupakan proses salah satu alternatif dalam mengukur kualitas sinyal, termasuk di dalamnya dengan menganalisa hasil drive test. Dengan drive test dapat diukur kualitas sinyal yang dirasakan user atau lebih tepatnya bagaimana “ user experience” dengan kondisi jaringan saat ini. Ada beberapa tool yang digunakan untuk drive test, yaitu TEMS Investigation (Ericson), NEMO (Nokia), dan GENEX Probe (Huawei).

Drive test dapat dilakukan secara rutin untuk mengetahui kualitas layanan suatu daerah, terutama daerah dengan jumlah pelanggan yang besar, dapat juga setelah suatu rencana frekuensi yang baru diimplementasikan, ataupun dilakukan secara khusus ditempat-tempat tertentu untuk mengetahui kualitas layanan serta beberapa parameter yang ada.

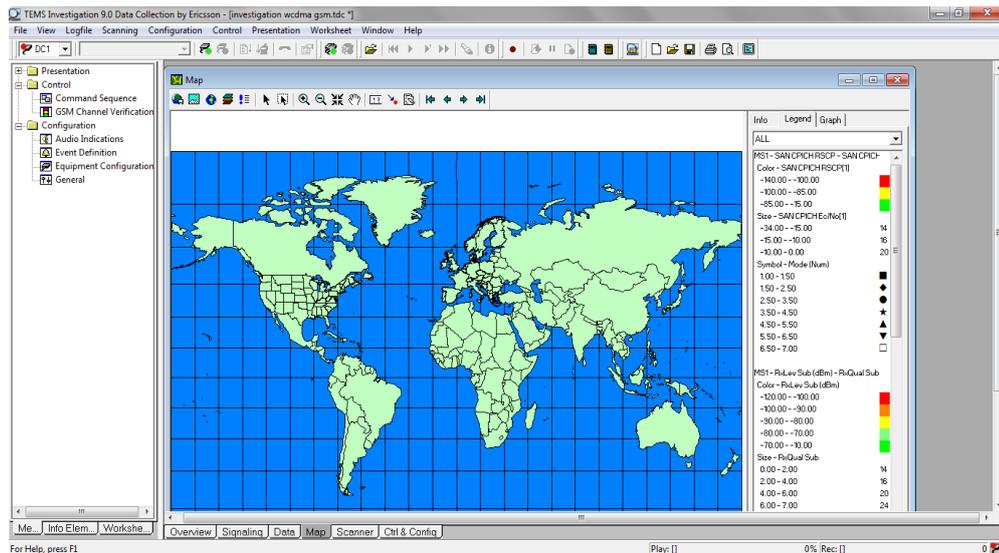
2.7 TEMS Investigation

TEMS Investigation adalah drive test tool yang paling sering digunakan menurut pengalaman penulis di beberapa provider, pada umumnya drive test dibutuhkan Laptop yang telah terinstal software TEMS, Handphone dengan kabel datanya, dongle, USB, dan GPS untuk mengambil data longitude dan latitude agar hasil pengukuran TEMS dapat dipetakan ke dalam MAP software seperti Map Info atau Google Map.

Apabila instalasi program TEMS sukses, akan muncul dua buah software yaitu “TEMS Investigation Data Collection” dan TEMS Investigation Route analysis”. Data collection digunakan pada saat pengambilan pengukuran data dan juga dapat digunakan untuk *playback logfile* (data pengukuran hasil drivetest), sedangkan Route Analysis digunakan untuk menganalisis beberapa logfile secara bersamaan dan untuk keperluan reporting.

1. TEMS Investigation Data Colection

Tampilan awal TEMS Investigation Data Collection terdiri dari Menu bar, toolbars, Navigator, Worksheet dan Status Bar. Terdapat tujuh (7) bagian yaitu File & View Toolbar, Equipment Ctrl Toolbar, Connection Toolbar, Recording Toolbar, Reply Toolbar, Report Generator Toolbar Dan Route Analysis Toolbar.



Gambar 2.23 Tampilan Awal TEMS Investigation

Pada bagian Navigator terdapat tiga bagian penting yaitu Tab Menu, Tab Info dan Tab Worksheets. Info elemen dipergunakan untuk modify tampilan radio parameter seperti Rx Level atau Rx Qual dalam hal warna, ukuran maupun simbol yang digunakan.

Dalam Data Collection terdapat Map untuk presentasi geografis dimana elemen dan event dapat ditampilkan dalam bentuk Map. Ini dikarenakan selain mengambil pengukuran data dari jaringan juga mengambil data *longitude* dan *latitude* dari GPS.

2. TEMS Investigation Route Analysis

Route Analysis diperuntukan analisis data logfile secara keseluruhan. Beberapa logfile dapat ditampilkan secara bersamaan dan dilakukan perhitungan statistik secara bersamaan. Route analysis juga memiliki representasi tampilan geografis berupa Map.

3. Persiapan Info Elemen

Information elemen adalah jendela yang menunjukkan informasi-informasi yang dibutuhkan untuk analisis *logfile* lebih lanjut, beberapa jendela information elemen yang sering digunakan pada GSM Drive test yaitu :

- a. **Serving and Neighbour** menunjukkan informasi elemen seperti Cell Name, BSIC, ARFCN, Rx Level, C1, C2, Serving Cell dan juga enam neighbour list dengan Rx Level terbagus.
- b. **Radio Parameter** menunjukkan informasi kondisi radio saat ini seperti Rx Level, Rx Qual, FER, SQI, TA dll.
- c. **Current Channel** menunjukkan informasi yang berkaitan dengan channel yang digunakan. Disini didapatkan informasi mengenai CGI, BSIC, BCCH, ARFCN dan juga Time Slot yang dipergunakan.
- d. **C/A** menunjukkan level interferensi dari adjacent channel.
- e. **C/I** diartikan *Carrier to interferensi ratio* yang menunjukkan rasio antara kuat sinyal bit-bit informasi dan kuat sinyal bit-bit interference yang tidak diinginkan.
- f. **Line Chart** menunjukkan semua informasi yang berhubungan dengan serving cell, neighbour cell dan juga informasi dalam bentuk grafik.

2.8 Roadmap Penelitian

1. Aditya Kusuma R Bram .2009. dalam judul *Analisis Kualitas Voice Call pada jaringan WCDMA menggunakan TEMS INVESTIGATION*, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian ini dilakukan untuk

mengetahui kualitas *voice call* serta mengamati daerah cakupan (*coverage area*) 3G di wilayah Semarang dengan menggunakan TEMS Investigation dengan tiga waktu yakni pagi, siang dan malam, kemudian menentukan nilai parameter – parameter kualitas *voice call* yang menjadi tolok ukur dari keandalan suatu jaringan komunikasi berdasarkan data yang sudah ada atau yang sudah terjadi. Pada penelitian ini menyarankan untuk melakukan pengukuran dengan lokasi yang berbeda dengan waktu yang lebih lama. Dan untuk itulah pada penulisan tesis ini peneliti melakukan pengukuran dengan tiga lokasi yang berbeda dengan karakteristik wilayah yang juga berbeda.

2. Heri Kiswanto. 2011. dalam judul *Analisa Unjuk Kerja Jaringan Operator 3G(WCDMA-UMTS) Menggunakan Metode Drivetest*. Penelitian ini menggunakan tiga lokasi yang berbeda dan tiga operator yang berbeda. namun tidak menggunakan waktu yang berbeda, dan hanya melakukan sekali pengukuran saja dengan menggunakan metode *drive test* serta pada penelitian ini tidak menjelaskan software mana yang digunakan pada saat melakukan pengukuran. Untuk melengkapi tesis ini maka penulis menggunakan tiga waktu yang berbeda dalam melakukan pengukuran secara bergantian dan berulang. Dengan dilengkapi data software yang digunakan yakni TEMS yang memudahkan peneliti dalam melakukan pengukuran dan menganalisa hasil pengukuran. Untuk Parameter yang diukur sama yakni RSCP dan Ec/No.

3. Anggit Praharasty Warassih (2010). *Analisis Kualitas Panggilan Pada Jaringan Gsm Menggunakan Tems Investigation* . Pada penelitian ini menggunakan tiga waktu yang berbeda dengan tiga lokasi yang berbeda dan juga menggunakan software TEMS dalam melakukan pengukuran namun tidak menjelaskan provider mana yang diteliti. Sehingga hal inilah yang mendasari peneliti menentukan provider yang digunakan dalam pengukuran agar informasi yang didapatkan dari hasil pengukuran lebih tepat sehingga user dan provider dapat mengetahui secara jelas masing-masing kelebihan dan kekurangannya. Parameter yang diukur yakni parameter GSM (RxLev, RxQual, dan SQI). Sedangkan pada penelitian ini parameter yang diukur yaitu parameter yang terdapat pada WCDMA.
4. Satrio Nindito.2011. *Analisa Pathloss Exponent Pada Daerah Urban dan Suburban*. Pada penelitian ini menggunakan rumus Okumura Hata dalam perhitungannya dan perhitungan Coverage Area menggunakan metode Two-Ray Model kemudian dibandingkan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Hal ini pula yang mendasari pada penulisan tesis ini menggunakan rumus Okumura Hata dan COST 123.
5. Indra Surjati . *Analisis Perhitungan Link Budget Indoor Penetrasi Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) Dan High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) Pada Area Pondok Indah*. pada penelitian ini membandingkan hasil perhitungan dan hasil pengukuran pada PT. Telkomsel. dan dalam pengambilan data juga menggunakan metode *Drive test* RSCP pada HSDPA menggunakan HTTP. Penelitian

ini pulalah yang menjadi dasar dalam perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan dalam penulisan tesis penulis.

6. Dari beberapa referensi diatas maka peneliti melakukan perencanaan mengambil dasar penulisan diatas dengan menggunakan menggunakan metode penelitian yang lebih kompleks dan berbeda dengan yang lainnya yakni melakukan pengukuran dengan tiga waktu yang berbeda, tiga lokasi yang berbeda, tiga provider yang berbeda kemudian menganalisi dengan rumus okumura hata kemudian membandingkan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi dan lebih akurat lagi dari hasil penelitian yang sebelumnya.