



**ANALISIS CAKUPAN WILAYAH BTS COKROAMINOTO SEKTOR 1
CDMA 2000 1 X TELKOM AREA JEMBER MENGGUNAKAN MODEL
OKUMURA HATA**

SKRIPSI

Oleh

**Teguh Pribadi
NIM 061910201092**

**PROGRAM STUDI STRATA I
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**ANALISIS CAKUPAN WILAYAH BTS COKROAMINOTO SEKTOR 1
CDMA 2000 1 X TELKOM AREA JEMBER MENGGUNAKAN MODEL
OKUMURA HATA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Teguh Pribadi

NIM 061910201092

**PROGRAM STUDI STRATA I
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah sebuah karya yang aku persembahkan untuk :

- 1 Orang tuaku Ayahanda (Almarhum) Suko Ngatmono dan Ibunda Sri Joeswati, beserta saudara-saudaraku semua yang telah memberikan dukungan dan doa restunya hingga selesainya kuliahku.
- 2 Bapak / Ibu Guru SD hingga SMA dan Bapak / Ibu Dosen yang telah berjasa mengajarkan ilmu pengetahuan dengan penuh kesabaran sampai selesainya masa kuliahku di Universitas Jember.
- 3 Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTO

Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya, pendengaran, penglihatan, dan hati.

Semuanya itu akan diminta pertanggung jawaban.

(terjemahan Surat *Al-Isra* ayat 36)*)

Ambillah kesempatan lima sebelum datang lima perkara: mudamu sebelum tua, sehatmu sebelum sakit, kayamu sebelum miskin, hidupmu sebelum mati, dan senggangmu sebelum sibuk.

(Hadist riwayat. Al-Hakim dan Al-Baihaqi)**)

*) Departemen Agama RI. 2007. *Al - Quran* dan Terjemahnya. Bandung: Erlangga.

***) Sofyan Efendi. Hadist Web 2006. *Kumpulan dan Referensi Belajar Hadist*: <http://opi.110mb.com/>

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Teguh Pribadi

NIM : 061910201092

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Analisis Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1 CDMA 2000 1 X Telkom Area Jember Menggunakan Model Okumura Hata.*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Februari 2012

Yang menyatakan,

Teguh Pribadi

NIM 061910201092

SKRIPSI

**ANALISIS CAKUPAN WILAYAH BTS COKROAMINOTO SEKTOR 1
CDMA 2000 1 X TELKOM AREA JEMBER MENGGUNAKAN MODEL
OKUMURA HATA**

Oleh

Teguh Pribadi

NIM 061910201092

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Widyono Hadi, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1 CDMA 2000 1 X Telkom Area Jember Menggunakan Model Okumura Hata” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 1 Februari 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua)

Pembimbing Anggota (Sekretaris)

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

Dr. Azmi Saleh, S.T.,M.T.
NIP. 19710614 199702 1 001

Penguji I

Penguji II

H. Samsul Bachri M, S.T.,M.MT.
NIP. 19640317 199802 1 001

Sumardi, S.T.,M.T.
NIP. 19670113 199802 1 001

Mengesahkan,
Dekan

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

ANALISIS CAKUPAN WILAYAH BTS COKROAMINOTO SEKTOR 1 CDMA 2000 1 X TELKOM AREA JEMBER MENGGUNAKAN MODEL OKUMURA HATA

Teguh Pribadi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Teknologi CDMA pada awalnya dirancang untuk keperluan komunikasi militer karena kemampuan yang menyangkut kerahasiaan data yang baik di mana informasi disebar dalam spektrum lebar dengan menggunakan pengkodean disamping kekebalan terhadap *jamming*/penyadapan. Dalam perkembangannya CDMA sekarang telah dipakai pada sistem komunikasi seluler. Penelitian ini bertujuan mengetahui daya pancar MS (*Mobile Station*) dan membandingkan level daya terima dari praktek dengan perhitungan metode Okumura Hata. Pada penelitian ini akan dihitung daya terima dan daya pancar MS (*Mobile Station*) pada keadaan *Idle* berdasarkan sinyal yang melewati beberapa objek penghalang yang berupa rumah, gedung, kendaraan bermotor, dan pohon. Penelitian dilakukan di daerah perkotaan pada BTS Cokroaminoto Telkom. Hasil studi menunjukkan bahwa semua titik yang dijadikan sampel penelitian memenuhi syarat untuk melakukan proses komunikasi, karena cakupan BTS Cokroaminoto yang maksimum kurang lebih 600 meter untuk jarak selebihnya telah dicakup oleh BTS Telkom yang lain yaitu BTS S.Parman. Angka perhitungan dan praktek lebih besar sama dengan sensitivitas sebesar -122,5 dBm dibuktikan dengan pengukuran -60 dBm s/d -117,6 dBm.

Kata kunci: MS (*Mobile Station*), daya terima, daya pancar.

**ANALYSIS COVERAGE AREA BTS COKROAMINOTO SECTOR 1
CDMA 2000 1 X TELKOM JEMBER USING
MODEL OKUMURA HATA**

Teguh Pribadi

The Electrical Engineering Department, The Faculty of Engineering, Jember University.

ABSTRACT

CDMA technology was originally designed for military communications purposes because of the confidentiality of data concerning the ability of a well in which information is disseminated in a wide spectrum in addition to using the encoding immunity to jamming / interception. In its development has now been used in CDMA cellular communication systems. This study aims to know the transmit power of MS (Mobile Station) and comparing the received power level of practice with the calculation method of Okumura Hata. This research will be calculated at the receive and transmit power of MS (Mobile Station) in the Idle based on the signals that pass through several barriers in the form of home objects, buildings, motor vehicles, and trees. The study was conducted in urban areas in the BTS Cokroaminoto Telkom. The study shows that all points of the sampled studies qualified to perform the communication process, because the maximum coverage of BTS Cokroaminoto about 600 meters for the remaining distance was covered by the BTS to another BTS Telkom S.Parman. Rate calculations and practice more big equal to sensitivity of -122.5 dBm. as evidenced by measurements of -60 dBm s / d -117.6 dBm.

Keywords: *MS (Mobile Station), received power, transmit power.*

RINGKASAN

Analisis Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1 CDMA 2000 1 X Telkom Area Jember Menggunakan Model Okumura Hata; Teguh Pribadi, 061910201092; 2006: 69 halaman; Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

CDMA (*Code Division Multiple Access*) adalah teknologi sistem komunikasi seluler. CDMA 2000 1X saat ini merupakan selular generasi ketiga 3G. yang menggunakan kanal bersama 1,25 MHz dengan kecepatan data sampai 153,6 Kbps. Pada penelitian ini akan dihitung daya terima dan daya pancar MS pada keadaan *Idle* (tidak terjadi proses komunikasi). berdasarkan sinyal yang melewati beberapa objek penghalang. Model Okumura Hata digunakan untuk menghitung daya terima akibat kerugian lintasan daya dan diperuntukan pada daerah *urban*/perkotaan yang terdapat banyak objek penghalang (*multipath*). Analisis menggunakan peta untuk pembuatan profil lintasan. Parameter pengukuran yaitu: 1. Arah pancaran dengan sudut sebesar (30°, 45°, 60°, 75°, 90°, 105°, 120°); 2. Waktu pengambilan data (pagi, siang, dan malam); 3. Pengambilan data tiap 100 m, yaitu jarak 100 meter sampai 700 meter. Tujuan penelitian menganalisis cakupan wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1 dan mengetahui daya terima MS.

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap secara berkesinambungan. Pada tahap pertama pengumpulan data meliputi data BTS yang terdiri dari: Lokasi antenna, arah antenna, tipe antenna yang digunakan, frekuensi yang digunakan; MS dengan program *NetMonitor* (untuk mengukur sinyal daya terima dan daya pancar); GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan jarak udara dan ketinggian tanah diatas permukaan laut; Peta topografi untuk menggambar cakupan antenna sektor BTS. Tahap kedua perhitungan daya pancar dan daya terima MS. Tahap ketiga pengukuran/praktek mengukur level daya pancar dan terima MS dengan parameter waktu pagi pukul 7.00-9.00, siang pukul 12.00-14.00, malam 19.00-21.00. Dan kemudian Menggambar cakupan antenna.

Penelitian disusun secara berurut dengan menentukan jarak dan ketinggian tanah dengan menggunakan GPS, sedangkan penentuan arah sudut menggunakan bantuan busur dengan melihat peta topografi. Perhitungan daya pancar MS yaitu mencari EIRP pada kondisi/keadaan *idle* yaitu nilainya konstan -72 dBm. Dan perhitungan daya terima MS yaitu mencari L_{OH} (urban), perhitungan daya terima dengan parameter-parameter jarak, ketinggian BTS, ketinggian MS yang konstan dan faktor koreksi. Menghitung sensitivitas penerima MS Dimana sensitivitasnya sebesar -122,5 dBm. Dan kemudian dibandingkan dengan angka pengukuran praktek dengan menggunakan ponsel Nokia tipe 2865.

Hasil perhitungan level daya terima Okumura Hata lebih kecil daripada praktek. Hal ini menunjukkan 1. BTS Telkom di Cokroaminoto sangat baik daya pancarnya untuk antena sektor 1 sehingga faktor-faktor yang memengaruhi (1.Faktor daya yang baik, 2.cakupan (*coverage*) BTS Cokroaminoto yang maksimum hanya 600 m untuk jarak selebihnya telah dicakup oleh BTS lain mengingat jarak 1 km terdapat BTS S.Parman Jalan Kartini); 2. Model analisa Okumura Hata diterapkan pada sebuah kota di Tokyo yang secara kepadatan penduduk atau obyek halangan (*multipath*) berbeda. Maka dari itu diberikan faktor koreksi untuk macam perkotaan. Dari cakupan wilayah pengukuran level daya terima, dengan pengklasifikasian warna-warna mengindikasikan posisi *handoff*, dan warna merah merupakan kategori *hard handoff*, posisi MS terletak pada dua sampai tiga cakupan BTS Telkom secara bersama, warna kuning mengindikasikan kategori *softer handoff*. 49 titik yang dijadikan lokasi MS mendapatkan daya terima yang memenuhi syarat untuk berkomunikasi [$L_{OH} \geq$ (Sensitivitas = -122,5 dBm)]. Dibuktikan pengukuran -60 dBm s/d -117,6 dBm.

SUMMARY

Analysis Coverage Area BTS Cokroaminoto Sector 1 CDMA 2000 1 X Telkom Jember Using Model Okumura Hata; Teguh Pribadi, 061910201092; 2006: 69 pages, The Electrical Engineering Department, The Faculty of Engineering, Jember University.

CDMA (Code Division Multiple Access) is the technology of cellular communication systems. CDMA 2000 1X is now the third generation 3G mobile. which uses 1.25 MHz channels together with data speeds up to 153.6 Kbps. This research will be calculated at the receive and transmit power of MS in the Idle state (no communication process). based on the signals that pass through some objects barrier. Okumura Hata model is used to calculate the power received due to loss of power and intended trajectory in urban areas / urban obstructions there are many objects (multipath). Analysis using maps to track profiling. Measurement parameters are: 1. Direction beam with an angle of (30 °, 45 °, 60 °, 75 °, 90 °, 105 °, 120 °); 2. Data time collection (morning, noon and night) 3. retrieval of data every 100 m, the distance of 100 meters to 700 meters. Purpose of the study analyzed the coverage area of BTS Cokroaminoto Sector 1 and knowing thereceivedMS.

The experiment was conducted in three phases simultaneously. In the first stage of data collection includes BTS data comprising: an antenna location, direction of the antenna, antenna type used, frequency of use; MS with Netmonitor program (to measure the received signal power and transmit power), GPS (Global Positioning System) to determine distance air and land elevation above sea level; to draw a topographic map coverage BTS sector antenna. The second stage of the calculation of transmit power and received power of MS. The third phase measurements / practices to measure the level of transmit power and receive a parameter MS 7:00 to 9:00 o'clock in the morning, lunch at 12:00 to 14:00, 19:00 to 21:00 tonight. And then draw the coverage antenna.

Arranged in sequential studies by determining the distance and elevation

ground using GPS, while the determination of the angle using the help of the arc by looking at topographic maps. MS transmit power calculation is seeking EIRP on the condition / value is a constant idle state is -72 dBm. And received the MS calculation is to find LOH (urban), the calculation of received power with distance parameters, ketinggian BTS, MS ketinggian constant and the correction factor. Calculate the MS receiver sensitivity of -122.5 dBm Where sensitivity. And then compared with the measurement of the practice of using type 2865 Nokia mobile phone.

The calculation result Okumura Hata received power level is smaller than the practice. This shows 1. Telkom in Cokroaminoto BTS transmission power is very good for one sector antenna so that the factors that influence (1.Faktor good power, 2. Coverage BTS Cokroaminoto a maximum distance of only 600 m to the rest has been covered by other base stations within a given km there is a BTS S.Parman street Kartini); 2. Okumura Hata model analysis applied to a town in Tokyo which is the population density or obstacle objects (multipath) are different. Thus the correction factor for the given range of urban areas. Of the coverage area received power level measurements, the classification colors indicate the position of handoff, and the color red is a category of hard handoff, the MS is located at position two to three base stations coverage Telkom jointly, yellow indicates the category of softer handoff. 49 points are used as the location of MS have received a qualified power to communicate [$LOH \geq (\text{sensitivity} = -122.5 \text{ dBm})$]. Proved measurement of -60 dBm s / d -117.6 dBm.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penyusunan skripsi yang berjudul “*Analisis Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1 CDMA 2000 1 X Telkom Area Jember Menggunakan Model Okumura Hata.*” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberi masukan yang berharga, baik yang berupa bimbingan ataupun saran untuk menyempurnakan karya skripsi ini. Oleh karena itu, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Utama;
2. H. R. B. M. Gozali, S.T., M.T. Selaku sebagai Dosen Pembimbing Akademik;
3. Dr. Azmi Saleh, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
4. H. Samsul Bachri M, S.T.,M.MT. dan Sumardi, S.T.,M.T. selaku Tim Penguji;
5. Mas Fahmi, serta para pegawai PT. Telkom Flexi Arnet Jember yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membantu dalam penelitian ini;
6. Ibunda Sri Joeswati, serta keluargaku terima kasih atas doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya;
7. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik yang telah membantu selama kuliah dan proses penyusunan skripsi ini;
8. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bantuan kalian dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro telekomunikasi, kritik dan saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, Februari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
RINGKASAN	x
PRAKATA	xiv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Konsep <i>Multiple Access</i>	3
2.1.1 <i>Frequency Division Multiple Access (FDMA)</i>	3
2.1.2 <i>Time Division Multiple Access (TDMA)</i>	3
2.1.3 <i>Code Division Multiple Access (CDMA)</i>	4
2.2 Konsep Dasar Sistem CDMA 2000 1X	5
2.2.1 Arsitektur Jaringan CDMA 2000 1X	6
A. <i>Mobile Station (MS)</i>	6
B. <i>Radio Access Network (RAN)</i>	6
C. <i>Circuit Core Network (CCN)</i>	8
D. <i>Packet Core Network (PCN)</i>	9

2.2.2 Model Kanal pada Sistem CDMA 2000 1X	9
A. Kanal <i>Reverse</i>	9
B. Kanal <i>Forward</i>	11
2.2.3 Konsep Pelebaran Spektrum	13
2.3 Konsep <i>Handoff</i>	14
2.3.1 <i>Pilot sets</i>	15
2.3.2 Parameter <i>handoff</i>	16
2.3.3 <i>Search Window</i>	17
2.3.4 Proses <i>Handoff</i>	17
2.4 BTS (<i>Base Tranceiver Station</i>)	19
2.4.1 Bagian-bagian BTS	20
2.5 Macam Antena Transmisi Radio <i>Wireless</i>	21
2.5.1 Antena Sektoral	21
2.5.2 Propagasi Antena	22
2.6 Pengaruh Obyek Penghalang Dengan Ketinggihan Tanah	23
2.6.1 Sinyal langsung (<i>Line of Sight</i>)	24
2.6.2 Pemantulan Sinyal (<i>reflection</i>)	25
2.6.3 Pembelokan Sinyal (<i>diffraction</i>)	25
2.6.4 Hamburan (<i>scattering</i>)	25
2.6.5 <i>Absorption</i> (Penyerapan/Peredaman sinyal)	25
2.7 Perhitungan Daya Pancar MS	26
2.7.1 Konversi daya watt menjadi daya dBm	27
2.8 Perhitungan Daya Terima MS	27
2.9 GPS	27
2.9.1 Penentuan Posisi dengan GPS	28
2.9.2 Kelemahan Pada GPS	28
2.9.3 Sistem Koordinat	29
2.9.4 Format Data Keluaran GPS	29
2.9.5 Navigasi <i>Waypoint</i>	29
BAB 3. METODE PENELITIAN	32
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	32

3.2 Tahap Penelitian	32
3.2.1 Pengumpulan Data	32
3.2.2 Tahap perhitungan	33
A. Perhitungan Daya Pancar MS	33
B. Tahap Perhitungan Daya Terima	34
3.2.3 Tahap pengukuran	35
3.3 Gambar Cakupan Antena Sektor 1	38
3.4 Pengambilan kesimpulan	38
3.5 Peta Topografi	39
3.6 Diagram Alir Kerja Penelitian	40
3.6.1 Diagram Alir pengambilan data daya pancar (Tx)	40
3.6.2 Diagram Alir pengambilan data daya terima (Rx)	40
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Pengumpulan Data di Lapangan	41
4.1.1 Data Pemancar BTS	41
4.1.2 Data Penerima MS	41
4.1.3 Penentuan jarak dan elavasi.....	42
4.2 Analisis Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1	
PT. Telkom Area Jember Menggunakan Model Okumura Hata.. 44	
4.2.1 Perhitungan Daya Pancar MS	44
4.2.3 Perhitungan Daya Terima MS	44
4.2.3 Menghitung Sensitivitas Penerima MS	50
4.3 Pengukuran di Lapangan	50
4.4 Analisa Perhitungan dan Pengukuran Daya Terima	56
4.5 Perhitungan Error Persen	60
4.6 Gambar Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1	64
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data Ketinggian Tanah Berdasarkan Pengukuran Kabupaten Jember	32
4.2 Daya Pancar Efektif EIRP BTS Cokroaminoto Sektor 1.....	44
4.3 Data Daya Terima Propagasi Okumura Hata.....	45
4.4 Data Pengukuran Level Daya Terima di Lapangan.....	50
4.5 Perhitungan Daya Terima Okumura Hata dan Pengukuran di Lapangan.....	56
4.6 Perhitungan Error Persen.....	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Perbandingan <i>multiple access</i> FDMA, TDMA dan CDMA	3
2.2 Perkembangan Teknologi CDMA	6
2.3 Arsitektur Jaringan CDMA2000 1X	7
2.4 Struktur Kanal <i>Reverse</i> yang ditransmisikan oleh MS.....	10
2.5 Struktur Kanal <i>Forward</i> yang ditransmisikan oleh BTS	12
2.6 Teknik spektrum tersebar dari BTS ke MS (<i>Mobile Station</i>)	14
2.7 Proses <i>Handoff</i>	18
2.8 Antena sektoral pada BTS Cokroaminoto	22
2.9 Pola cakupan antena sektoral BTS Cokroaminoto	22
2.10 Pola Radiasi Antena sektoral BTS Cokroaminoto	23
2.11 Sinyal langsung (<i>Line of Sight</i>)	24
2.12 <i>Fresnel Zone</i>	24
2.13 Perambatan sinyal langsung dan berbagai obyek (<i>multipath</i>)	26
2.14 Sistem Koordinat	29
2.15 Koordinat <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i>	30
3.1 Stasiun pemancar BTS dengan objek penghalang	33
3.2 Pengukuran jarak dan tinggi tanah (GPS Garmin tipe 60i)	36
3.3 Pengukuran Tx dan Rx MS (Nokia tipe 2865)	36
3.4 Titik dan arsiran cakupan BTS Cokroaminoto sektor 1	38
3.5 Peta Topografi	39
4.1 Pengukuran titik lokasi tanpa <i>handoff</i> , <i>softer handoff</i> , <i>hard handoff</i>	64

DAFTAR LAMPIRAN

- A. PERHITUNGAN DAYA TERIMA DAN ERROR PERSEN**
- B. DATA PRAKTEK JARAK DAN ELEVASI**
- C. DATA PRAKTEK DAYA TERIMA**
- D. DOKUMENTASI KEGIATAN**

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

CDMA (*Code Division Multiple Access*) adalah sistem komunikasi seluler. Standar pertama yang dikeluarkan pada tahun 1993 yaitu IS 95 dan mulai dipasarkan pada tahun 1996. IS 95 sering disebut sebagai 2G atau seluler generasi kedua dengan kecepatan data atau suara 9,6 kbps mempunyai kapasitas *bandwidth* 1,25 Mhz.

Pada tahun 1999 telah diluncurkan CDMAOne mempunyai kecepatan data sampai 115,5 kbps dengan kapasitas *bandwidth* yang sama. Setelah beberapa kali revisi, standar IS 95 digantikan oleh standar IS 2000, atau dikenal dengan CDMA 2000 1X saat ini, merupakan seluler generasi ketiga 3G. Standar ini disebut 1xRTT yang artinya "*1 Times Radio Transmission Technology*" yang mengindikasikan bahwa CDMA 2000 1X menggunakan kanal bersama 1,25 MHz dengan kecepatan data sampai 153,6 Kbps.

Di Telkom area Jember perangkat sistem komunikasi masih mendukung CDMA 2000 1X, BTS Cokroaminoto beroperasi di wilayah perkotaan, Perambatan gelombang radio merupakan tulang punggung komunikasi seluler. Pada jalur transmisi antara pemancar dan penerima, kekuatan sinyal sulit untuk memperoleh jalur lintasan sinyal segaris pandang (*line of sight*) karena di wilayah perkotaan terhalang objek penghalang seperti gedung-gedung bertingkat, kendaraan bermotor, dan pohon. Propagasi gelombang sangat ditentukan oleh jarak antara pemancar dan penerima, serta keadaan lingkungan yang dilalui.

Pada penelitian ini akan dihitung daya terima dan daya pancar MS (*mobile station*) pada keadaan *Idle* (tidak terjadi proses komunikasi). berdasarkan sinyal yang melewati beberapa objek penghalang. Metode Okumura Hata digunakan untuk menghitung daya terima akibat kerugian lintasan daya. Analisa ini menggunakan metode Okumura Hata karena merupakan standar yang cocok dan hanya diperuntukan pada daerah *urban*/perkotaan yang terdapat banyak objek penghalang (*multipath*). (Motorola: 215).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah yang diangkat yaitu mengetahui daya pancar MS dan membandingkan level daya terima di lapangan dengan analisis Okumura Hata.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini, permasalahan dibatasi pada:

1. Lokasi yang dianalisis adalah BTS Cokroaminoto sektor 1.
2. Ponsel peneliti tipe Nokia 2865 dengan posisi MS untuk mengukur level daya terima.
3. Menggunakan GPS Garmin tipe 60i untuk mengukur jarak udara dan elavasi (ketinggian tanah diatas permukaan laut).
4. Analisis meliputi: 1. Daya terima MS (*Mobile Station*); 2. Daya pancar MS.
5. Analisis menggunakan peta untuk pembuatan profil lintasan.
6. Parameter pengukuran yaitu: 1.Arah pancaran dengan sudut sebesar (30° , 45° , 60° , 75° , 90° , 105° , 120°); 2.Waktu pengambilan data (pagi, siang, dan malam); 3.Pengambilan data tiap 100 m, yaitu jarak 100 meter sampai 700 meter.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis cakupan wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1 dan mengetahui daya terima MS, Sedangkan manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat mengukur daya pancar MS dan daya terima pada kondisi *idle* menggunakan ponsel tipe Nokia 2865 serta mengetahui parameter-parameter yang diukur dari GPS Garmin tipe 60i untuk menghitung daya terima dengan analisis Okumura Hata.
2. Dapat menggambarkan cakupan wilayah pancar BTS Cokroaminoto sektor 1 PT. Telkom Area Jember.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep *Multiple Access*

Teknik *multiple access* mempunyai arti suatu spektrum radio dibagi menjadi kanal-kanal dan kanal-kanal tersebut dialokasikan untuk pelanggan sebanyak-banyaknya dalam satu sistem. CDMA memiliki konsep *multiple access* yang berbeda dengan *Frequency Time Division Multiple Access* (FDMA) dan *Time Division Multiple Access* (TDMA) karena sistem ini memanfaatkan kode-kode digital yang spesifik untuk membedakan satu pengguna dengan pengguna lainnya dalam lebar pita frekuensi yang ditentukan.

2.1.1 *Frequency Division Multiple Access* (FDMA)

Sistem selular ini menggunakan sistem pengkalan dengan pita 30 kHz setiap kanalnya. Untuk memaksimalkan kapasitas, sistem selular FDMA menggunakan antena berarah dan sistem *reuse frequency* yang rumit. Pada teknik FDMA, lebar pita frekuensi yang dialokasikan dibagi menjadi bagian-bagian kecil spektrum frekuensi. Kemudian setiap user diberi alokasi pita frekuensi tersebut selama melakukan proses percakapan, sehingga dalam waktu yang sama hanya satu user yang dapat menggunakan frekuensi tersebut. Teknologi FDMA ini digunakan pada sistem analog seperti AMPS.

2.1.2 *Time Division Multiple Access* (TDMA)

Untuk lebih meningkatkan kapasitas, digunakan sistem akses jamak digital yang disebut TDMA (*Time Division Multiple Access*). Sistem ini menggunakan pengkalan dan *reuse frequency* yang sama dengan sistem FDMA dengan tambahan elemen *time sharing*. Setiap kanal dipakai bersama oleh beberapa user menurut slot waktunya masing-masing. Karena itu, aliran informasi pada TDMA tidak kontiniu atau terpotong-potong pada tiap *time slot*nya. Ditinjau dari lebar pita frekuensi yang digunakan. TDMA dibagi menjadi *wideband* TDMA dan *narrowband* TDMA.

A. *Wideband* TDMA (WTDMA)

Wideband TDMA menggunakan seluruh frekuensi yang tersedia dan membaginya ke dalam slot-slot waktu. Dalam WTDMA ini, *tranceiver* yang

dibutuhkan hanya satu. Data yang dikirimkan dalam bentuk letupan-letupan pendek dengan kecepatan tinggi. Kelemahan WTDMA adalah karena kecepatan transmisi yang tinggi, maka sistem akan rentan terhadap *error* yang disebabkan oleh distorsi lintas jamak, yang biasa terjadi pada sistem komunikasi bergerak.

B. *Narrowband* TDMA (NTDMA)

Teknik NTDMA merupakan gabungan antara FDMA dan WTDMA. Contoh penggunaan NTDMA misalnya pada GSM.

2.1.3 *Code Division Multiple Access* (CDMA)

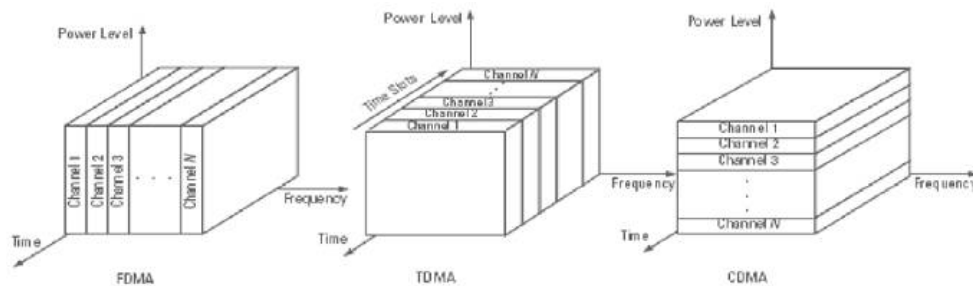
Code Division Multiple Access (CDMA) merupakan salah satu teknik *multiple access* yang banyak diaplikasikan untuk seluler maupun *fixed wireless*. Teknik akses jamak ini berdasarkan teknik komunikasi spektrum tersebar, pada kanal frekuensi yang sama dan dalam waktu yang sama digunakan kode-kode yang unik untuk mengidentifikasi masing-masing user. CDMA menggunakan kode-kode korelatif untuk membedakan satu user dengan user yang lain. Kode tersebut dikenal dengan pseudo acak (*pseudorandom*). Sinyal-sinyal CDMA itu pada penerima dipisahkan dengan menggunakan sebuah korelator yang hanya melakukan proses *despreading* spektrum pada sinyal yang sesuai. Sinyal-sinyal lain yang kodenya tidak cocok, tidak *didespread* dan sebagai hasilnya sinyal-sinyal lain itu hanya menjadi *noise interferensi*. Ditinjau dari lebar pita frekuensi yang digunakan, CDMA terbagi menjadi NCDMA dan WCDMA.

A. *Narrowband* CDMA (NCDMA)

Saat ini standard dari NCDMA adalah IS 95, yang menggunakan spektrum dengan lebar 25 MHz yang dibagi dalam 20 kanal dupleks. Sehingga masing-masing kanal mempunyai lebar 1,25 MHz.

B. *Wideband* CDMA (WCDMA)

WCDMA menggunakan lebar pita frekuensi 5 MHz, 10 MHz dan 15 MHz pada standard IS 665. Dengan makin lebar spektrum yang digunakan, maka banyak keuntungan yang diperoleh seperti efek *fading* lintas jamak jauh lebih kecil, kecepatan data dapat meningkat tajam dan lain-lain (Gatot Santoso, 2004). Perbandingan antara FDMA, TDMA dan CDMA dapat ditunjukkan dengan gambar 2.1:



Sumber : TDD-CDMA for wireless communications.

Gambar 2.1 Perbandingan *multiple access* FDMA, TDMA dan CDMA

2.2 Konsep Dasar Sistem CDMA 2000 1X

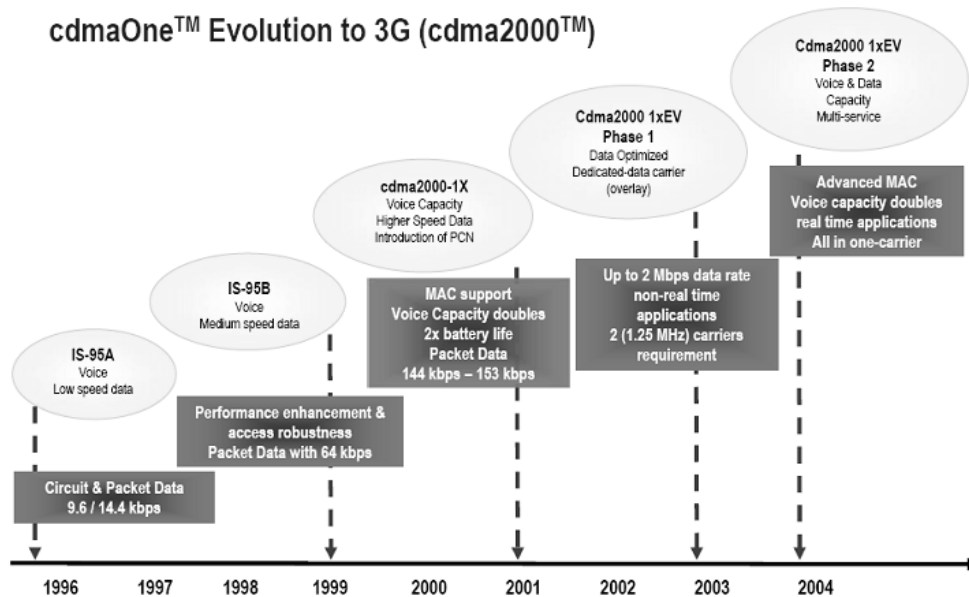
Teknologi CDMA pada awalnya dirancang untuk keperluan komunikasi militer karena kemampuan yang menyangkut kerahasiaan data yang baik di mana informasi disebar dalam spektrum lebar dengan menggunakan pengkodean disamping kekebalan terhadap jamming/penyadapan (Saludin Muis;1).

Sistem CDMA 2000 1X merupakan pengembangan dari standar CDMA IS 95 Teknologi transmisi radio CDMA 2000 1X adalah teknologi *wideband* dengan teknik pelebaran spektrum yang memanfaatkan teknologi CDMA untuk memenuhi kebutuhan layanan sistem komunikasi *wireless* generasi ketiga (3G) berupa aplikasi layanan multimedia. Sistem CDMA 2000 1X mencakup implementasi luas yang ditujukan untuk mendukung kecepatan data baik untuk *circuit switched* maupun *packet switched* dengan memanfaatkan *data rate* mulai dari 9,6 kbps (TIA/EIA-95-B) sampai lebih dari 2 Mbps. Beberapa layanan yang dapat didukung antara lain: *wireless* internet, *wireless* e-mail, telemetry dan *wireless commerce*.

Seiring dengan perkembangan teknologi telekomunikasi, sistem CDMA mulai diterapkan untuk komunikasi seluler dewasa ini. Frekuensi *uplink* dan *downlink* antara 800 – 900 Mhz. Membawa data/suara 10 Khz pada gelombang radio (RF) dengan kapasitas spektrum *bandwidth* 1,25 Mhz.

Standarisasi CDMA 2000 1X dilakukan berdasarkan spesifikasi IS 2000 yang kompatibel dengan sistem IS 95 A/B (CDMAOne). Dibandingkan dengan IS 95, jaringan CDMA 2000 1X mengalami beberapa pengembangan seperti kontrol daya yang lebih baik, *uplink pilot channel*, teknik *vocoder* baru, pengembangan

kode walsh serta perubahan skema modulasi. Sedangkan pada sisi arsitektur jaringan terdapat *Base Station Controller* (BSC) dengan kemampuan *IP Routing*, *BTS multimode* serta *PDSN (Packet Data Serving Node)*. Berikut perkembangan CDMA menuju 3G.



Sumber : Teknologi *wireless* CDMA 2000 1X (Telkom *Training Center*)

Gambar 2.2 Perkembangan Teknologi CDMA

2.2.1 Arsitektur Jaringan CDMA 2000 1X

Skema struktur jaringan CDMA 2000 1X secara umum terdiri dari :

A. *Mobile Station* (MS) terdiri dari beberapa komponen berikut :

1. *Mobile Equipment* (ME) perangkat seperti seluler untuk melakukan hubungan dan proses komunikasi suara atau data. Diidentifikasi dengan *International Mobile Equipment Identity* (IMEI)
2. *Removable Unit Identity Module* (RUIM) sebuah kartu yang berisi seluruh informasi pelanggan dan beberapa fitur dari CDMA.

B. *Radio Access Network* (RAN), terdiri dari beberapa komponen berikut :

1. *Base Transceiver Station* (BTS) BTS merupakan bagian penting dalam *cell site*, yang berfungsi mengalokasikan frekuensi dan daya serta kode walsh yang akan digunakan oleh pelanggan. BTS memiliki peralatan fisik radio yang digunakan untuk mentransmisikan dan menerima sinyal

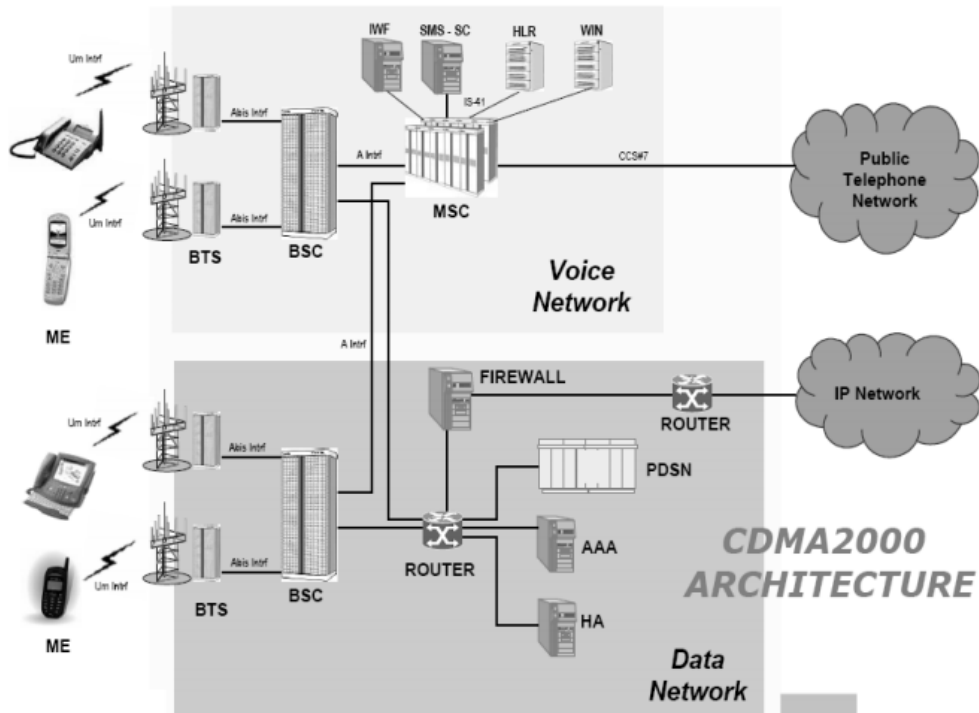
CDMA 2000 1X ke pelanggan dan sebaliknya. Beberapa fungsi lainnya yang dilakukan oleh BTS yaitu mengontrol frekuensi pembawa pada sel, mengatur alokasi daya untuk *traffic overhead* dan *soft handoff* pada arah *forward* dan mengenali kode-kode Walsh.

2. Base Station Controller (BSC)

BSC berfungsi Mendukung kontrol terhadap proses panggilan ; *call setup* atau *call*, Melakukan kontrol terhadap proses *soft*, *softer* atau *hard handoff*, Melakukan kontrol terhadap transmisi daya MS, *Interface* ke *Mobile Switching Center* (MSC). BSC bertanggung jawab juga untuk mengontrol semua BTS yang berada di dalam daerah cakupannya serta mengatur rute paket data dari BTS ke PDSN atau sebaliknya serta trafik dari BTS ke MSC atau sebaliknya.

3. Packet Data Serving network (PDSN)

Merupakan komponen baru yang terdapat dalam sistem seluler berbasis CDMA 2000 1X yang bertujuan untuk mendukung layanan paket data. Fungsi PDSN antara lain untuk membentuk, memelihara dan memutuskan sesi *Point-to-Point Protocol* (PPP) dengan pelanggan.



Sumber : modul-1 CDMA 2000 1X overview (Telkom Training Center)

Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan CDMA2000 1X

C. *Circuit Core Network* (CCN), terdiri dari beberapa komponen berikut :

1. *Mobile Switching Center* (MSC)

MSC atau sering juga disebut sebagai *interface* antara *Base Station Controller* (BSC) dengan *Public Switched Telephone Network* (PSTN) di jaringan data *Integrated Services Digital Network* (ISDN) melalui *gateway MSC* (G-MSC), mempunyai beberapa kegunaan sebagai berikut :

- a. Mengatur komunikasi diantara pelanggan seluler dengan pelanggan jaringan telekomunikasi lainnya.
- b. Melakukan koordinasi *setting-up* panggilan dari dan keluar pelanggan seluler.
- c. Merupakan pusat dari sistem radio seluler.
- d. Mengatur panggilan baik *originating* maupun *terminating calls*.
- e. Bertanggung jawab untuk *set-up*, *routing*, informasi *accounting*, kontrol dan terminasi panggilan.

2. *Home Location Register* (HLR)

HLR merupakan *database* yang berisi manajemen dari MS yang menyimpan seluruh data pelanggan seperti lokasi pelanggan, dan *shared secret data* (SSD) semua pelanggan. HLR merupakan pusat Autentifikasi (AuC) dan pusat penyimpanan *Electronic Serial Number* (ESN) setiap pelanggan yang sudah melakukan registrasi.

3. *Visitor Location Register* (VLR)

VLR secara temporeri menyimpan dan mengontrol semua informasi dari *Mobile Station* (MS) yang berada pada area kontrol. Ketika pelanggan melakukan panggilan maka VLR mengirimkan semua informasi yang berhubungan dari MSC.

4. *SMSC* (*Short Message Service Center*) bertanggung jawab dalam penyampaian, penyimpanan dan pengajuan suatu pesan singkat.

5. ISMSC (*Intelligent Short Message Service*) merupakan *gateway* untuk menyelenggarakan *interworking* dengan jaringan PSTN dan GSM.

D. *Packet Core Network* (PCN), terdiri dari beberapa komponen berikut :

1. *Router* berfungsi untuk merutekan paket data dari dan ke berbagai elemen jaringan yang terdapat pada jaringan CDMA 2000 1X serta bertanggung jawab untuk mengirimkan dan menerima paket data dari jaringan internal ke jaringan eksternal atau sebaliknya.
2. *Fire Wall* berfungsi untuk mengamankan jaringan terhadap akses dari luar.
3. *Authentication, Authorization and Accounting* (AAA) menyediakan fungsi untuk *authentication* bertalian dengan PPP dan hubungan *mobile IP*, melakukan otorisasi yaitu layanan profil dan kunci keamanan distribusi dan manajemen dan *accounting* untuk jaringan paket data dengan menggunakan protokol *Remote Access Dial in User Service* (RADIUS) AAA *server* juga digunakan oleh PDSN untuk berhubungan dengan jaringan suara dari HLR dan VLR.
4. *Home Agent* berfungsi untuk menelusuri lokasi *mobile station* (MS) sekaligus mengecek apakah paket data telah diteruskan ke MS tersebut.

2.2.2 Model Kanal pada Sistem CDMA 2000 1X

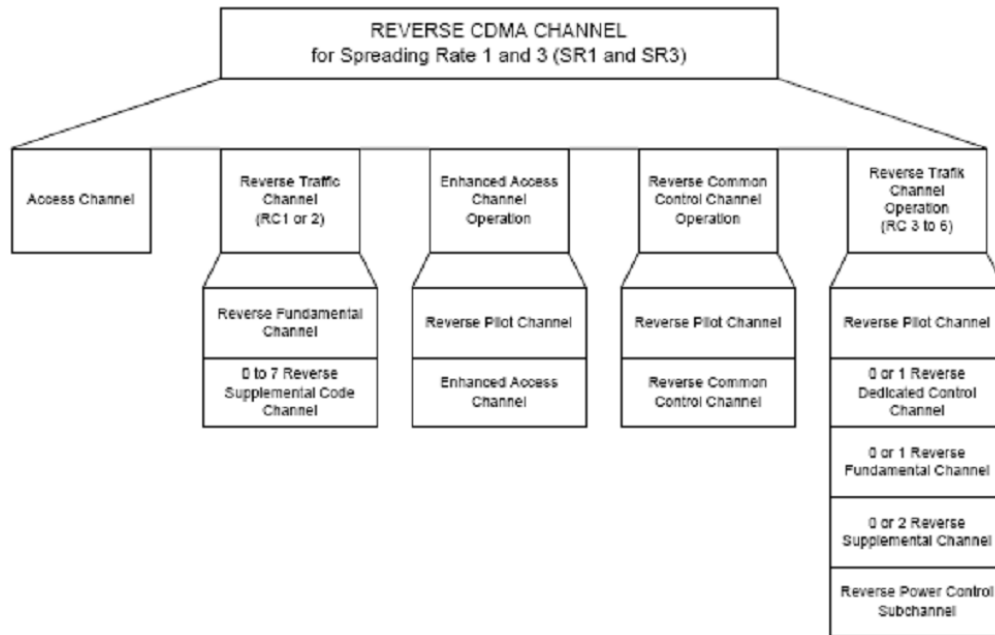
Struktur kanal pada CDMA 2000 1X terbagi menjadi dua arah yaitu kanal *reverse* yang arahnya dari MS ke BTS dan kanal *forward* yang arahnya dari BTS ke MS. Gambar dibawah menunjukkan struktur kanal *forward* dan kanal *reverse* untuk sistem CDMA 2000 1X.

A. Kanal *Reverse*

Perbedaan utama struktur kanal *reverse* pada sistem IS 95 dan CDMA 2000 1X adalah adanya kanal pilot yang memungkinkan demodulasi secara koheren dan menyediakan informasi kontrol daya.

Pelanggan pada arah *reverse* dipisahkan dengan perbedaan *time offset* dari suatu kode panjang dengan panjang $2^{42}-1$ *chips*. Kode panjang ini dihasilkan oleh suatu generator PN dengan masukan 42 bit dan laju kode 1,2288 Mcps. Untuk mengantisipasi terjadinya *multipath* dan *delay*, maka *time offset* antar kode

dipisahkan minimal sebesar 64 chips. Sedangkan kanal-kanal pada arah *reverse* dibedakan dengan menggunakan kode Walsh yang ortogonal. Berikut ini struktur kanal yang ditransmisikan oleh MS pada arah *reverse* :



Sumber : Teknologi *wireless* CDMA 2000 1X (Telkom *Training Center*)

Gambar 2.4 Struktur Kanal *Reverse* yang ditransmisikan oleh MS

Kanal-kanal yang ditransmisikan pada arah *reverse* dapat dikategorikan menjadi :

1. *Common Channels* yang menyediakan hubungan antara BTS dengan beberapa MS (*point to multipoint*) yang terdiri dari :

a. *Reverse Access Channel (R-ACH)*

Access Channel berfungsi untuk menyediakan komunikasi dari MS ke BTS pada saat MS tidak sedang menggunakan *traffic channel*. Fungsi utama *access channel* adalah untuk merespon *paging channel* dan pengalamatan panggilan.

b. *Reverse Enhanced Access Channel (R-EACH)*

Enhanced Access Channel merupakan pengembangan dari *access channel* yang mampu meminimalisasi terjadinya tabrakan serta mengurangi daya yang dibutuhkan oleh *access channel*.

c. *Reverse Common Control Channel*

Kanal ini digunakan untuk mengirim *signalling message* dari MS ke BTS.

2. *Dedicated Channel* yang dialokasikan bagi setiap MS (*point to point*) dan terdiri dari :

a. *Reverse Pilot Channel (R-PICH)*

Kanal pilot ini berfungsi sebagai pilot yang memungkinkan deteksi koheren pada arah *reverse* dan memungkinkan MS berkomunikasi pada level daya yang lebih rendah dengan cara menginformasikan pada BS level daya yang telah diterima sehingga BS dapat mengatur kembali daya pancarnya.

b. *Reverse Dedicated Control Channel (R-DCCH)*

Kanal ini bertujuan untuk menggantikan metode *dim* and *burst* serta *blank* and *burst* pada *traffic channel* dan digunakan untuk mengirimkan pesan serta mengontrol panggilan.

c. *Reverse Fundamental Channel (R-FCH)*

Kanal ini digunakan untuk mengakomodasi layanan suara dan data berkecepatan rendah, yaitu 9,6 kbps (*rate set 1*) dan 14,4 kbps (*rate set 2*).

d. *Reverse Supplemental Channels (R-SCH)*

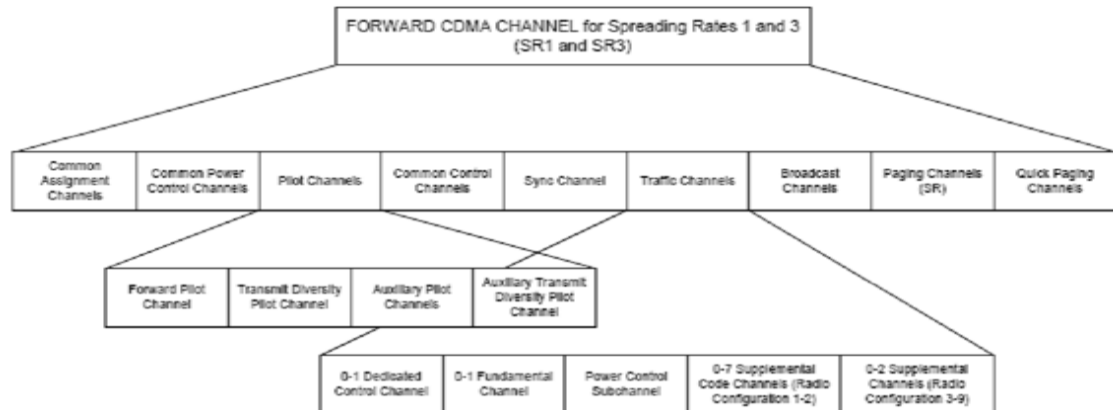
Kanal ini digunakan untuk mengakomodasi layanan dengan *data rate* yang lebih besar dari 9,6 kbps dan 14,4 kbps.

e. *Reverse Supplemental Code Channels (R-SCCH)*

Fungsi kanal ini hampir sama dengan *Reverse Supplemental Channels* hanya saja digunakan pada radio configuration 1 dan 2 yang didesain agar kompatibel dengan sistem CDMA IS 95.

B. Kanal *Forward*

Berikut ini struktur kanal yang ditransmisikan oleh BTS pada arah *forward* dimana masing-masing kanal menggunakan kode Walsh dan saling ortogonal :



Sumber : Teknologi *wireless* CDMA 2000 1X (Telkom *Training Center*)

Gambar 2.5 Struktur Kanal *Forward* yang ditransmisikan oleh BTS

Sebagaimana pada arah *reverse*, kanal-kanal yang ditransmisikan pada arah *forward* dapat dikategorikan menjadi :

1. *Forward Common Channel* yang terdiri dari :

a. *Forward Pilot Channel* (F-PICH)

Forward Pilot Channel secara kontinu memancarkan informasi frekuensi dan fasa ke seluruh MS yang berada dalam sel tersebut dengan menggunakan kode penebar yang sama yaitu kode Walsh ke-0 yang dimodulasi dengan kode pendek tetapi dengan *time offset* yang berbeda untuk membedakan *pilot channel* dari sel/sector tertentu. Untuk menjamin deteksi fasa dan referensi frekuensi pembawa yang akurat, maka *pilot channel* ini ditransmisikan dengan level daya yang relatif lebih besar dari pada kanal-kanal lainnya.

b. *Forward Common Auxiliary Pilot* (F-CAPICH)

Forward Common Auxiliary Pilot diarahkan pada *spot beam* tertentu agar dapat meningkatkan kapasitas, luas daerah cakupan, serta performansi beberapa *mobile station* dalam *spot beam* yang sama.

c. *Forward Sync Channel* (F-SYNC)

Kanal ini digunakan pada daerah tertentu dari suatu BTS untuk mendapatkan sinkronisasi waktu dan menentukan lokasi kanal *paging*.

d. *Forward Paging Channel* (F-PCH)

Kanal *paging* digunakan untuk mengirimkan pengontrolan informasi dan pesan *paging*. F-PCH membawa pesan *overhead, pages, acknowledgements, channel assignment*, status permintaan dan *shared secret data* (SSD) dari BTS ke MS.

e. *Forward Common Control Channel* (F-CCCH)

Kanal ini digunakan untuk *signalling messages* dari MS ke BTS dan dapat beroperasi pada kecepatan data 9,6 kbps; 19,2 kbps; atau 38,4 kbps dengan panjang *frame* yang berbeda-beda.

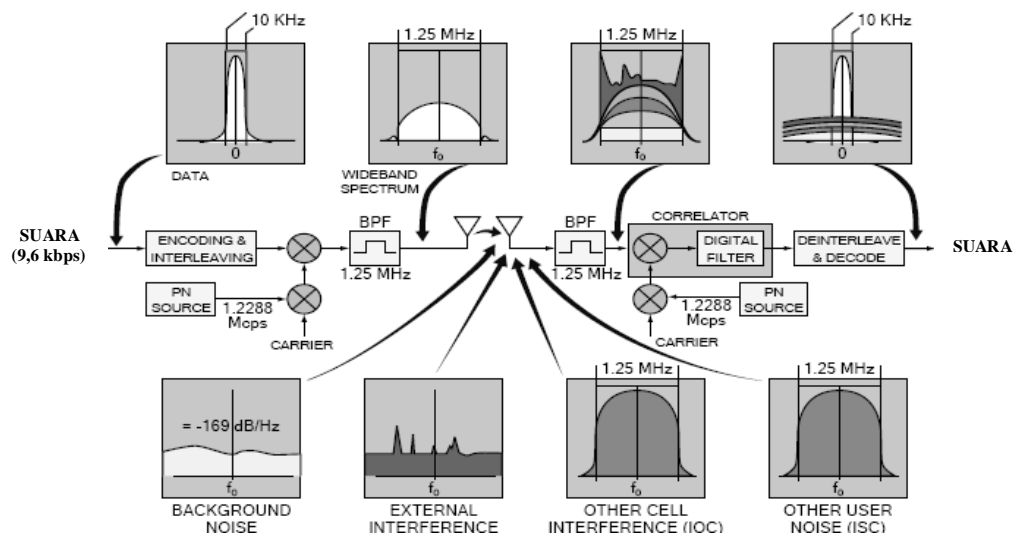
2. *Forward Dedicated Channel* terdiri dari *Forward Fundamental Channel* (F-FCH) dan *Forward Supplemental Channel* (F-SCH) yang fungsinya sama dengan *Reverse Fundamental Channel* (R-FCH) dan *Reverse Supplemental Channel* (R-SCH).

2.2.3 Konsep Pelebaran Spektrum

CDMA adalah teknik akses jamak yang didasarkan pada sistem komunikasi spektrum tersebar, dimana masing-masing pengguna diberikan suatu kode tertentu yang akan membedakan satu pengguna dengan pengguna lainnya. Spektrum lebar adalah teknik memancarkan sinyal pada pita frekuensi yang jauh lebih lebar dari pita informasi.

Pada sistem spektral tersebar sinyal informasi disebar pada pita frekuensi yang jauh lebih lebar dari pada lebar pita informasinya. Penyebaran ini dilakukan oleh suatu fungsi penebar yang bebas terhadap sinyal informasinya berupa sinyal acak semu (*pseudorandom*) yang memiliki karakteristik spektral mirip derau (*noise*), disebut *pseudorandom noise* (PN code).

Teknik modulasi yang digunakan untuk menghasilkan spektrum sinyal tersebar adalah *Direct Sequence Spread Spectrtrum* (DSSS) dapat ditunjukkan oleh gambar:



Sumber: Qualcomm CDMA 2000 1X: 69, tahun 2003

Gambar 2.6 Teknik spektrum tersebar dari BTS ke MS (*Mobile Station*)

Pada BTS dan tiap penerima MS terdapat perangkat yang meliputi: *Encoding/Interleaving*; fungsi dari encoder adalah untuk mengubah sinyal suara menjadi kode-kode. Encoder ini terletak di BTS dan di MS. *Interleaving* merupakan cara untuk mengurangi efek kesalahan selama proses transmisi. Sedangkan pada sisi penerima terdapat korelator yang berfungsi mengidentifikasi kode-kode tujuan MS. Kemudian *decoding* berfungsi untuk mengembalikan lagi kode-kode menjadi sinyal suara. *Interleaver* ini terletak di BTS dan di MS. *Deinterleaving* pada penerima akan mengurangi kesalahan yang terjadi selama proses transmisi.

2.3 Konsep Handoff

Pada sistem CDMA 2000 1X menyediakan kemampuan untuk *handoff* baik untuk layanan suara maupun layanan data, dan juga untuk layanan yang di *handle* oleh sistem IS 95. *Handoff* adalah suatu peristiwa perpindahan kanal yang digunakan MS tanpa terjadinya pemutusan hubungan dan tanpa melalui campur tangan dari pemakai. Peristiwa *handoff* terjadi karena pergerakan MS keluar dari cakupan sel asal dan masuk cakupan sel baru (Mufti, 2000).

Terdapat tiga macam *handoff* yang diterapkan pada sistem berbasis CDMA 2000 1X:

1. *Soft Handoff*.

Merupakan *handoff* yang terjadi antar sel dengan frekuensi pembawa yang sama, dimana MS memulai komunikasi dan membentuk hubungan dengan BTS yang baru terlebih dahulu sebelum memutuskan hubungan dengan BTS asal. Hubungan akan diputuskan jika proses penyambungan dengan BTS yang baru telah mantap untuk menghindari *drop call*. Metode pembentukan hubungan (kanal) baru terlebih dahulu sebelum memutuskan hubungan (kanal) lama ini dikenal dengan istilah *make before break*.

2. *Softer Handoff*.

Handoff yang terjadi antar sektor dalam satu sel dengan frekuensi pembawa dan BTS yang sama. *Handoff* ini juga berbasis pada metode *make before break*.

3. *Hard Handoff*.

Tipe ini menggunakan metode *make before break* yang berarti harus terjadi pemutusan hubungan dengan kanal trafik lama sebelum terjadi hubungan baru. *Hard handoff* terjadi pada sistem *dual mode* dimana sistem akses radio CDMA 2000 1X dioperasikan bersama-sama dengan sistem akses radio lainnya seperti CDMA IS 95 atau AMPS. Selain itu juga antara sektor atau sel dengan frekuensi pembawa yang berbeda.

2.3.1 Pilot sets

Pilot atau kanal pilot diidentifikasi oleh *pilot offset* dari penempatan frekuensi. Kanal inilah yang menjadi acuan dalam penentuan kondisi handoff. Pilot diidentifikasi oleh MS dan dikategorikan menjadi empat grup :

1. *Active Set*, adalah pilot yang dikirimkan oleh BTS dimana MS tersebut aktif. Banyaknya pilot yang termasuk kategori ini tergantung pada banyaknya komponen penerima RAKE. BS menginformasikan isi *active set* dengan *channel assignment message* atau *handoff direction message*.
2. *Candidate Set*, terdiri dari pilot yang tidak termasuk dalam *active set*. Pilot ini harus diterima dengan sinyal yang baik untuk mengindikasikan

bahwa kanal trafik *link forward* yang dibawa dapat didemodulasikan dengan baik.

3. *Neighbour Set*, terdiri dari pilot yang tidak termasuk dua kelompok sebelumnya, dan merupakan pilot yang digunakan untuk memberitahukan sel terdekat untuk proses *handoff*.
4. *Remaining Set*, terdiri dari keseluruhan pilot dalam sistem kecuali yang terdapat pada *active set*, *candidate set*, dan *neighbour set*.

MS akan memperkirakan daya pilot dan ambang untuk memperkirakan perubahan pilot set. MS memperkirakan daya pilot dengan membandingkan daya pilot dan daya total *link forward* yang diterima. Selama mencari pilot, MS akan terus membuat *offset* kode PN yang digunakan yang bergantung pada komponen *multipath*-nya. MS menggunakan *search window* untuk pilot pada *active* dan *candidate set*.

2.3.2 Parameter *handoff*

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam prosedur *handoff* yaitu

1. *Pilot Detection Threshold* (T_ADD)

T_ADD mengontrol perubahan pilot dari *neighbouring/remaining set* ke *active/candidate set*. Pilot berubah dari *neighbouring/remaining set* ke *active/candidate set* apabila memiliki E_c/I_o yang lebih besar dari T_ADD.

2. *Comparison Threshold* (T_COMP)

T_COMP digunakan untuk mengontrol perubahan pilot dari *candidate set* ke *active set*. Pilot berubah dari *candidate set* ke *active set* apabila memiliki nilai E_c/I_o yang lebih besar dari pada pilot *active set*.

3. *Pilot Drop Threshold* (T_DROP) dan *Drop Timer Threshold* (T_TDROP)

T_DROP dan T_TDROP mengontrol perubahan keluar dari *active/candidate set*. MS mengeset *timer* ketika E_c/I_o lebih kecil dari T_DROP. Ketika *timer* lebih besar dari T_TDROP maka *active/candidate set* akan berubah menjadi *neighbouring/remaining set*.

4. NGHBR_MAX_AGE

Parameter ini mengontrol perubahan pilot dari *neighbour set* ke *remaining set*. MS mempunyai *counter AGE* untuk tiap pilot *neighbour set*. Apabila nilai *counter* tersebut lebih besar dari NGHBR_MAX_AGE maka pilot berubah dari *neighbour set* ke *remaining set*.

2.3.3 Search Window

MS menggunakan ketiga *search window* yang digunakan untuk mendeteksi pilot yang diterima :

1. SRCH_WIN_A, adalah *search window* yang digunakan untuk mendeteksi pilot dalam *active* dan *candidate set*. *Window* ini haruslah cukup besar untuk menampung seluruh *multipath* dan harus cukup kecil sehingga dihasilkan pendeteksian yang lebih baik.
2. SRCH_WIN_N, adalah *search window* yang digunakan untuk memonitor pilot *neighbour set*. *Window* ini lebih besar daripada SRCH_WIN_A karena selain harus menampung seluruh *multipath* dalam selnya, *window* ini juga harus menampung seluruh *multipath* potensial dari sel lainnya. Besar *window* ini dibatasi oleh jarak antara dua BS. Ukuran *search window* untuk *neighbour set* tidak hanya dipengaruhi oleh *delay spread* terbesar tetapi juga oleh perbedaan terbesar *delay* propagasi antara pilot referensi dan pilot target.
3. SRCH_WIN_R, adalah *search window* yang digunakan untuk mendeteksi pilot *remaining set*. Ukuran *window* ini minimal sama dengan SRCH_WIN_N. Besarnya *delay spread* dan juga *delay budget* tergantung dari keadaan lingkungan. Semakin banyak *multipath* maka *delay* akan semakin besar.

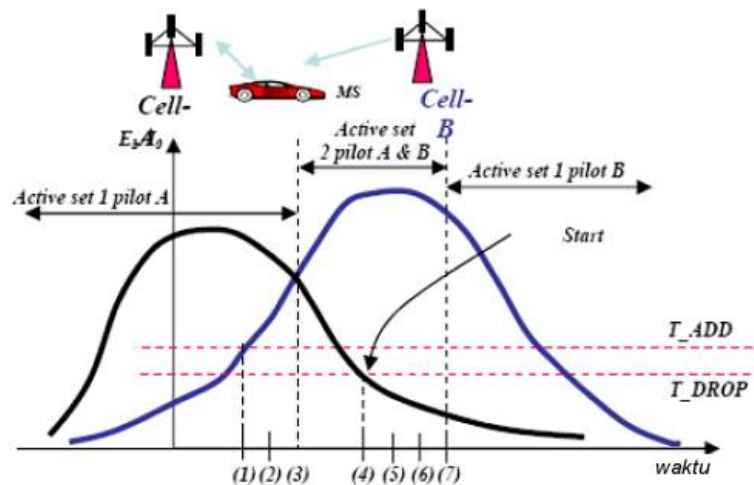
2.3.4 Proses Handoff

Proses *handoff* dimulai ketika MS mendeteksi sinyal pilot yang secara signifikan lebih kuat dibandingkan kanal trafik *forward* lainnya yang ditujukan kepadanya. MS tersebut akan mengirimkan pesan pilot ke BS kandidat dengan sinyal terkuat tadi sekaligus menginstruksikan untuk memulai proses *handoff*. *Cell site* tersebut akan mengirimkan pesan *handoff direction* ke MS, mengarahkannya

untuk melakukan *handoff*. Setelah mengeksekusi pesan *handoff direction* tersebut, MS akan mengirim pesan *handoff completion* pada kanal trafik *reverse* yang baru. *Handoff* bisa terjadi untuk satu atau beberapa alasan. Misalnya karena propagasi radio, distribusi trafik, aktivitas CDMA, kegagalan peralatan.

Pada saat *Mobile Station* (MS) bergerak menjauhi suatu sel maka daya yang diterima oleh MS akan berkurang. Jika MS bergerak semakin menjauhi *Base Station* (*Cell*) maka daya pancar akan semakin berkurang. Menjauhnya MS pada sel asal menjadikan MS mendekati sel lainnya. Sel lainnya dikatakan sebagai sel kandidat yaitu sel yang akan menerima pelimpahan MS dari sel sebelumnya.

MSC melalui sel kandidat akan memonitor pergerakan MS dan menangkap daya pancar MS. Diantara sel kandidat yang menerima daya pancar MS terbesar maka pelimpahan MS akan berada pada sel tersebut. Sel kandidat yang menerima pelimpahan MS akan melakukan *monitoring*. Proses *monitoring* dilakukan oleh MSC dan menginstruksikan pada sel kandidat tersebut. Pada saat *Handoff* supervisi dipersingkat. MSC melakukan prioritas pendudukan kanal pada MS yang akan mengalami *Handoff*. Sel kandidat dibuat urutan prioritas. Proses *handoff* dapat digambarkan seperti berikut:



Gambar 2.7 Proses *Handoff*

Keterangan:

- (1) MS hanya dilayani oleh *cell* A dan *active set* hanya terdiri dari pilot A. MS mengukur pilot B (E_b/I_o), diperoleh kecenderungan $> T_ADD$. MS mengirim

pesan hasil ukur pilot B dan memindahkan status pilot B dari *neighbor* ke *candidate set*.

- (2) MS menerima pesan dari *cell A* berisi *PN offset cell B* dan alokasi kode Walsh untuk TCH dan MS mulai komunikasi menggunakan TCH tersebut.
- (3) MS memindahkan status pilot B dari *candidate set* ke *active set*, MS mengirim pesan *handoff completed*. Sekarang ada 2 pilot yang aktif.
- (4) MS mendeteksi pilot A jatuh $< T_DROP$, MS mulai mengaktifkan *timer*.
- (5) *Timer* mencatat T_TDROP , MS mengirim *PSMM (pilot strength measurement message)*.
- (6) MS menerima *handoff direction message*, pesan ini berisi hanya *PN offset cell B* (tanpa *PN offset cell A*).
- (7) MS memindahkan status pilot A dari *active set* ke *neighbor set*.

Untuk kelangsungan komunikasi seluler, *handoff* sangat diperlukan agar Percakapan yang terjadi antar pelanggan tetap berlangsung tanpa terputus, meskipun pelanggan berpindah sel/wilayah. Pada saat MS bergerak dari satu sel ke sel lainnya, trafik pada sel sebelumnya harus diubah ke kanal dengan trafik dan kanal kontrol sel yang baru. Apabila terjadi kegagalan *handoff* akan berakibat *dropcall* yaitu terputusnya hubungan saat percakapan sedang berlangsung. Faktor penyebab gagalnya *handoff* antara lain :

- Interferensi yang tinggi.
- *Setting* parameter yang tidak baik.
- Kerusakan *Hardware*.
- Area cakupan radio jelek.
- *Neighbouring cell relation* yang tidak perlu.
- Masalah antena penerima atau *hardware* BTS.

2.4 BTS (Base Tranceiver Station)

Adalah bagian dari peralatan yang memfasilitasi komunikasi *wireless* dengan peralatan MS. Struktur bagian BTS yang menentukan kualitas sinyal, yaitu: *Power Amplifier*, saluran transmisi, kerugian konektor, dan kuat antena.

2.4.1 Bagian-bagian BTS

Adapun bagian atau perangkat-perangkat yang ada pada BTS Cokroaminoto adalah sebagai berikut:

1. Antena BTS yang bentuknya persegi panjang (sektoral) berfungsi untuk menampung hubungan antara MS (*mobile station*) dan perangkat BTS yang terhubung dengan antena tersebut. Panjang dari antena tergantung dari frekuensinya, semakin besar frekuensi, maka dimensi antena semakin kecil dan sebaliknya.
2. Duplekser untuk memisahkan mengirim dan menerima sinyal ke atau dari antena.
3. *Power Amplifier* untuk menguatkan sinyal gelombang yang ditransmisikan ke antena.
4. Pengumpan antena, dengan panjang tergantung dari letak antena yang diletakkan di tower, semakin panjang pengumpan redamannya semakin besar.
5. Perangkat yang ada di dalam *Shelter site* yaitu: 1. Sistem penyearah (*rectifier system*); 2. AC (*Air Conditioning*) dengan tujuan untuk menjaga suhu di dalam ruangan agar tetap berada pada suhu optimum (+20° C) dan umur peralatan akan terjaga; 3. Sistem *alarm* keamanan seperti alarm banjir, alarm kebakaran, dan alarm infra merah.
6. BTS biasanya dicatu dengan tegangan searah (*DC supply*) - 48 V, yang dihasilkan oleh sistem penyearah (*rectifier system*). Sistem penyearah ini dilengkapi dengan baterai yang akan menjaga sistem bila PLN mati, biasanya cadangan waktu berkisar antara 2-4 jam tergantung dari desainnya.
7. *Grounding* BTS merupakan perangkat yang berbeda dengan penangkal petir. Fungsi utamanya adalah untuk menjaga impedansi tetap stabil, dan mencegah kebocoran rambatan listrik.

2.5 Macam Antena Transmisi Radio *Wireless*

Jenis antena secara umum ada dua jenis yang dipasang sesuai dengan sistem dan menurut kebutuhan penyebaran sinyalnya yaitu : 1. *Directional* ; 2. *Omni Directional*

1. Antena *Directional*

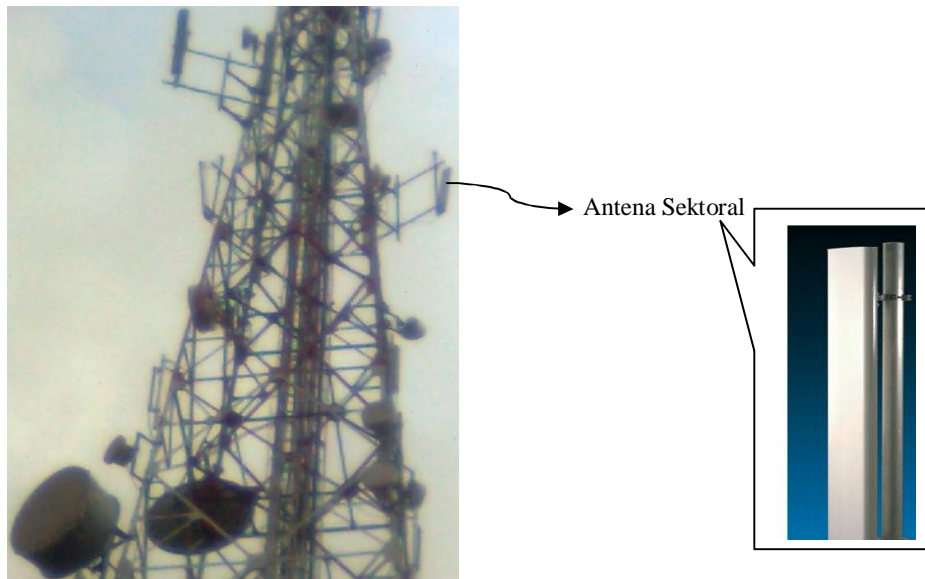
Antena jenis ini merupakan jenis antena dengan *narrow beamwidth*, yaitu punya sudut pemancaran yang kecil dengan daya lebih terarah, jaraknya jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas, contohnya : antena yagi, panel, sektoral dan antena parabolik 802.11b yang dipakai sebagai *station* atau *master* bisa menggunakan jenis antena ini di kedua titik, baik untuk *point to point* atau *point to multipoint*. Antena sektoral mempunyai *gain* jauh lebih tinggi dibanding *omnidirectional* sekitar 10-19 dBi.

2. Antena *Omni Directional*

Antena ini mempunyai sudut pancaran yang besar (*wide beamwidth*) yaitu 360 derajat dengan daya lebih meluas, jarak yang lebih pendek tetapi dapat melayani area yang luas. Omni antena tidak dianjurkan pemakaiannya, karena sifatnya yang terlalu luas sehingga ada kemungkinan mengumpulkan sinyal lain yang akan menyebabkan interferensi. Antena *omni directional* mengirim atau menerima sinyal radio dari semua arah secara sama, biasanya digunakan untuk koneksi *multiple point* atau *hotspot* dalam sistem komunikasi seluler dan siaran TV. *Omni directional* antena secara normal mempunyai *gain* sekitar 3-12 dBi.

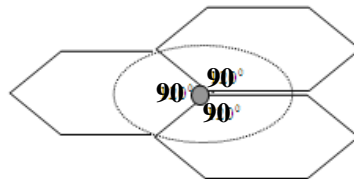
2.5.1 Antena Sektoral

Antena sektoral pada BTS berfungsi untuk memancarkan dan menerima gelombang radio. Antena sektoral adalah jenis antena *directional*. pola radiasi merupakan keliling lingkaran yang dibagi beberapa bagian diukur dalam derajat busur 45 sampai 180 derajat, *Gain*-nya antara 10 sampai 19 dBi. Antena sektoral bekerja pada jarak atau area 6-8 km (aries@student.eepis-its.edu).



Gambar 2.8 Antena sektoral pada BTS Cokroaminoto

Pola antena sektoral BTS Cokroaminoto dibagi menjadi 3 daerah dengan masing-masing sudut 90° . Efek dari pembagian ini akan mengurangi interferensi dari MS karena sel dibagi menjadi daerah yang lebih kecil (Saludin Muis:12).



Sumber: <http://www.te.ugm.ac.id/~nanangsw/BAB/BAB%20II.doc>

Gambar 2.9 Pola cakupan antena sektoral BTS Cokroaminoto

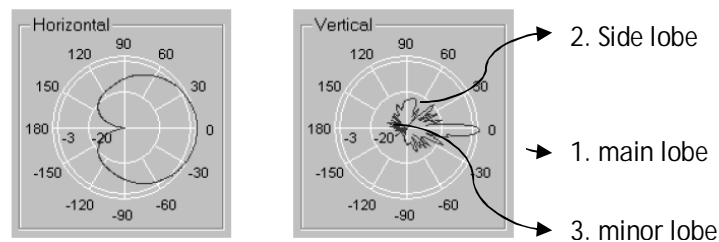
2.5.2 Propagasi Antena

Antena sektoral merupakan jenis antena *directional* dengan *narrow beamwidth*, yaitu punya sudut pemancaran yang kecil dibandingkan dengan Antena *Omnidirectional* dengan daya lebih terarah, jaraknya jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas, antena *directional* mengirim dan menerima sinyal radio hanya pada satu arah, umumnya pada fokus yang sangat sempit, dan biasanya digunakan untuk koneksi *point to point*.

Propagasi/radiasi antena sektoral mempunyai karakteristik horizontal terarah ke arah mana antena ini di arahkan sesuai dengan jangkauan dari derajat pancarannya,

sedangkan pada bagian belakang antenna tidak memiliki sinyal pancaran. Jika di pasang lebih tinggi akan menguntungkan penerimaan yang baik pada suatu sektor atau wilayah dan punya sudut pancaran yang kecil dengan daya lebih terarah, jaraknya jauh dan bisa menjangkau area yang luas.

Pola radiasi antenna sektoral adalah tiga dimensi, namun untuk memudahkan analisa dapat dimodelkan ke dalam sistem Koordinat Cartesian (dua dimensi). Pola radiasi biasanya diplotkan dalam dua pola yaitu pola horisontal dan pola vertikal.



Sumber: <http://www.te.ugm.ac.id/~nanangsw/BAB/BAB%20II.doc>

Gambar 2.10 Pola Radiasi Antena sektoral BTS Cokroaminoto

Model pancaran antenna *main lobe* besarnya sudut lobe yang mempunyai arah dengan pola radiasi maksimum, sehingga MS mendapatkan level daya maksimal pada posisi ini. Sedangkan lobe tepi adalah *side lobe* dan yang kecil-kecil disebut *minor lobe*.

2.6 Pengaruh Obyek Penghalang Dengan Ketinggihan Tanah

Perambatan gelombang elektromagnetik secara umum sangat dipengaruhi oleh efek pantulan (*reflection*), pembiasan (*diffraction*), hamburan (*scattering*), dan redaman (*absorption*). Sinyal yang diterima MS adalah sinyal langsung (*Line of Sight*) (A), sinyal terpantul yang melalui objek penghalang rumah (B), sinyal terbias yang melalui objek penghalang tinggi seperti gedung bertingkat (C), sinyal hamburan yang melalui objek penghalang seperti pohon (D). Sinyal teredam melalui objek penghalang kendaraan (E). Jadi propagasi Okumura Hata sinyal gelombang melewati objek penghalang (*multipath*).

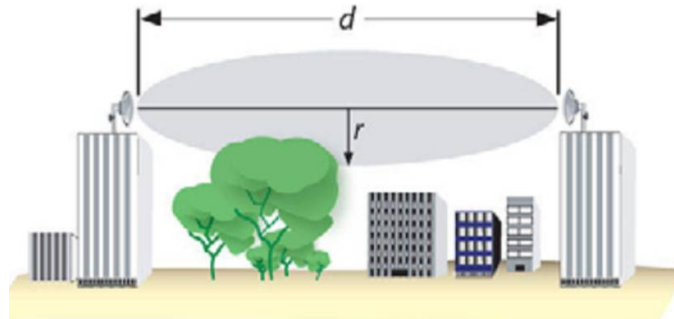
2.6.1 Sinyal langsung (*Line of Sight*)

Line of Sight (LOS) artinya suatu kondisi dimana pemancar dapat melihat secara jelas tanpa halangan sebuah penerima. Walaupun terjadi kondisi LOS, belum tentu tidak ada gangguan pada jalur tersebut. Dalam hal ini yang harus diperhitungkan adalah penyerapan sinyal, pemantulan sinyal, pemecahan sinyal. Bahkan dalam jarak yang lebih jauh bumi menjadi sebuah halangan, seperti kontur bumi, gunung, pohon, dan halangan lingkungan lainnya. Untuk menentukan pengaruh dari kekuatan sinyal wireless.



Gambar 2.11 Sinyal langsung (*Line of Sight*)

Metode untuk menentukan dimana pemantulan akan terjadi di antara pengirim dan penerima. Rumus *Fresnel Zone* ini dapat menentukan posisi ketinggian antenna dengan Jarak yang dapat di tembus oleh sinyal *wireless*.



Gambar 2.12 *Fresnel Zone*

Dirumuskan :

$$r \text{ (dalam meter)} = 17,32 \times \sqrt{\frac{d}{4f}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

r = Jarak antenna BTS dengan obyek penghalang yang dapat ditembus oleh sinyal (meter).

D = Jarak antenna BTS satu dengan yang lain (kilometer).

f = Frekuensi antenna yang digunakan (GHz).

2.6.2 Pemantulan Sinyal (*reflection*)

Sinyal radio bisa memantul bila menemui cermin/kaca. Biasanya banyak terjadi pada ruangan kantor yang di sekat. Pemantulan pun tergantung dari frekuensi sinyalnya. Ada beberapa frekuensi yang tidak terpengaruh sebanyak frekuensi yang lainnya. Dan salah satu efek dari pemantulan sinyal ini adalah terjadinya *Multipath*.

Multipath artinya sinyal datang dari 2 arah yang berbeda. Karakteristiknya adalah penerima kemungkinan menerima sinyal yang sama beberapa kali dari arah yang berbeda. Ini tergantung dari panjang gelombang dan posisi Karakteristik lainnya adalah *Multipath* dapat menyebabkan sinyal yang = nol, artinya saling membatalkan, atau dikenal dengan istilah *Out Of Phase signal*.

2.6.3 Pembelokan Sinyal (*diffraction*)

Pembelokan Sinyal adalah perubahan arah, atau pembelokan dari sinyal disaat sinyal melewati sesuatu yang beda massanya. Sebagai contoh sinyal yang melewati atap gedung dan gelas/kaca ruangan. Sinyal ada yang di pantulkan dan ada yang dibelokkan.

2.6.4 Hamburan (*scattering*)

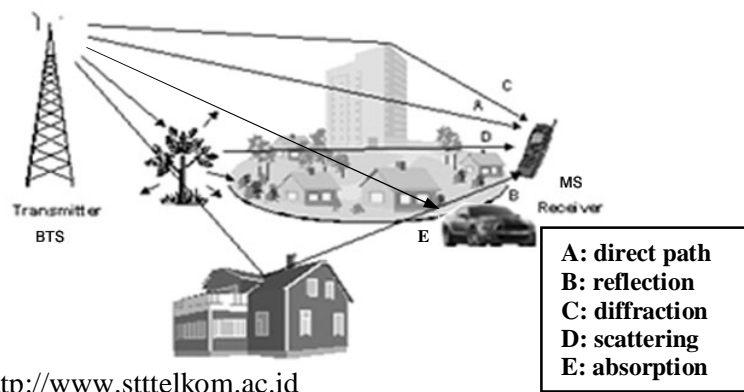
Hamburan terjadi saat sinyal dikirim dalam banyak arah. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa objek yang dapat memantulkan sinyal dan ujung yang lancip, seperti pohon, daun-daunan, partikel debu di air dan udara. Ilustrasinya dalam menyinari lampu ke pecahan kaca. Cahaya akan dipantulkan ke banyak arah dan menyebar. Dalam skala besar adalah saat cuaca hujan. Hujan yang besar mempunyai kemampuan memantulkan sinyal. Oleh karena itu disaat Hujan, sinyal *wireless* dapat terganggu.

2.6.5 *Absorption* (Penyerapan/Peredaman sinyal)

Seperti diketahui semakin besar amplitudo gelombang (*power*) semakin jauh sinyal dapat memancar. Ini baik karena dapat menghemat *access point* dan menjangkau lebih luas. Dengan mengurangi besar amplitudo (*power*) suatu sinyal, maka jarak jangkauan sinyal tersebut akan berkurang. Faktor yang memengaruhi transmisi *wireless* dengan mengurangi amplitudo (*power*) disebut *absorption* (penyerapan sinyal). Efek dari penyerapan adalah panas. Masalah yang dapat dihadapi ketika sinyal di serap seluruhnya adalah, sinyal berhenti. Namun efek ini

tidak memengaruhi atau merubah panjang gelombang dan frekuensi dari sinyal tersebut. Berikut benda yang dapat menyerap sinyal: Tembok, kendaraan yang terbuat dari logam seperti (mobil, sepeda motor, sepeda), tubuh manusia, dan karpet dapat menyerap atau meredam sinyal. Benda yang dapat menyerap atau meredam suara dapat meredam sinyal. Peredaman sinyal ini perlu diperhitungkan juga saat akan men *deploy* jaringan *wireless* dalam gedung, terutama bila ada kaca dan karpet karena dalam hal ini peredaman sinyal akan terjadi.

Dapat dilihat perambatan sinyal melalui obyek penghalang/*multipath* pada gambar di bawah ini:



Sumber: <http://www.stttelkom.ac.id>

Gambar 2.13 Perambatan sinyal langsung dan berbagai obyek (*multipath*).

2.7 Perhitungan Daya Pancar MS

Untuk mencari daya pancar MS. Dengan menghitung daya efektif isotropik yang diradiasikan EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) adalah daya maksimum yang diradiasikan pemancar dalam arah penguatan antenna (Martha Diany, 2008), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$EIRP = P_t G_t \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

EIRP = Daya pancar efektif (dBm).

P_t = Daya keluaran MS (W).

G_t = Penguatan antenna MS (dB).

2.7.1 Konversi daya watt menjadi daya dBm

Nilai daya dalam satuan desibel = $10 \log \left(\frac{\text{Nilai daya dalam watt}}{1\text{mW}} \right)$ (dBm).....(2.5)
(Serat optik sebuah pengantar : 53)

2.8 Perhitungan Daya Terima MS

Model Okumura Hata, dimana model ini untuk mencari level daya terima dalam arti lain untuk menghitung *pathloss* (L_{OH}) yakni kerugian lintasan akibat obyek penghalang di perkotaan. Dengan diberikan faktor koreksi pada persamaan. Sehingga dapat juga digunakan untuk menghitung *pathloss* (L_{OH}) pada kota kecil, dan menengah (Motorola: 215).

Untuk daerah urban/kota adalah banyak terdapat bangunan seperti, rumah-rumah, gedung/pertokoan, kendaraan, dan pohon. Perhitungan daya terima dapat dirumuskan seperti berikut :

$$L_{OH}(\text{urban}) : 69,55 + 26,16 \log_{10}(f_c) - 13,82 \log_{10}(h_b) - \alpha(h_m) + [44,9 - 6,55 \log_{10}(h_b)] \log_{10}r \dots \dots \dots (2.3)$$

$$\text{Dengan faktor koreksi } \alpha(h_m) = [1,1 \log_{10}(f_c) - 0,7] \times h_m - [1,56 \times \log_{10}(f_c) - 0,8] \dots (2.4)$$

(Motorola, CDMA 2000 1X RF *Planning Guide*, 2002: 213)

Dimana :

$L_{OH}(\text{urban})$ = Daya terima dengan kerugian lintasan (dBm).

f_c = Frekuensi antena sektoral yang digunakan (800 MHz).

r = Jarak dari BTS ke MS (kilometer).

h_m = Tinggi penerima (meter).

h_b = Tinggi pemancar (meter).

2.9 GPS

GPS adalah singkatan dari *Global Positioning System* yang merupakan sistem untuk menentukan posisi dan navigasi secara global dengan menggunakan satelit.

Sistem GPS mempunyai tiga segmen yaitu: satelit, pengendali, penerima. Satelit GPS yang mengorbit bumi dengan orbit dan kedudukan tetap seluruhnya berjumlah 24 buah terdapat 21 yang aktif bekerja dan 3 buah sisanya sebagai cadangan. Satelit ini bertugas untuk menerima dan menyimpan data yang

ditransmisikan oleh stasiun-stasiun pengendali, menyimpan dan menjaga informasi waktu berketelitian tinggi (ditentukan dengan jam atomic di satelit), dan memancarkan sinyal dan informasi secara kontinyu ke perangkat penerima (*receiver*) dari pengguna. Segmen pengendali bertugas untuk mengendalikan satelit dari bumi baik untuk mengecek kondisi satelit, penentuan prediksi orbit dan waktu, sinkronisasi waktu antar satelit, dan mengirimkan data ke satelit. Sedangkan untuk segmen penerima bertugas menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi (posisi tiga dimensi yaitu koordinat di bumi dan ketinggian), arah, jarak dan waktu yang diperlukan oleh pengguna.

Pada penelitian ini, GPS yang digunakan GPS merk Garmin tipe 60i dengan keakurasian posisi sebesar ± 15 meter dan berfungsi untuk menentukan posisi lokasi awal dan tujuan. Posisi yang diperoleh adalah posisi yang benar terhadap sistem koordinat bumi. Dengan mengetahui posisinya yang pasti.

2.9.1 Penentuan Posisi dengan GPS

Pada dasarnya penentuan posisi dengan GPS adalah pengukuran jarak secara bersama-sama ke beberapa satelit sekaligus. Untuk menentukan koordinat suatu titik di bumi, *receiver* setidaknya membutuhkan 4 satelit sekaligus yang dapat ditangkap sinyalnya dengan baik. Secara *default*, posisi atau koordinat yang diperoleh bereferensi pada *Global Datum* yaitu *World Geodetic System 1984*.

2.9.2 Kelemahan Pada GPS

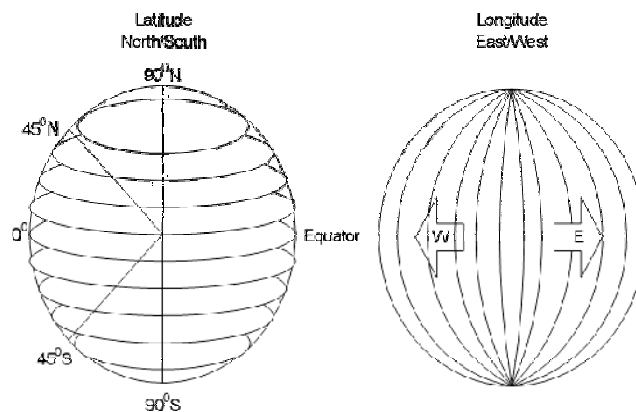
Penentuan posisi GPS pun tak luput dari kesalahan, kesalahan tersebut bisa timbul dari :

1. Referensi waktu, untuk ketepatan minimal 4 sinyal satelit harus didapat.
2. *Multipath*, GPS *receiver* tidak hanya menerima sinyal dari satelit tapi bisa saja dari pantulan, dari perangkat lain di daratan dan sebagainya. Bertambahnya waktu perjalanan sinyal untuk sampai ke penerima GPS tersebut dapat memengaruhi ketelitian.
3. Jumlah satelit yang tampak. Semakin tinggi sinyal satelit GPS, maka semakin baik ketelitiannya. Bangunan, tanah lapang, interferensi elektronik dapat menghalangi penerimaan sinyal, sehingga dapat

menyebabkan kesalahan penentuan posisi bahkan memungkinkan tidak adanya pendeteksian posisi sama sekali.

2.9.3 Sistem Koordinat

Sistem koordinat global yang biasa digunakan dalam sistem GPS disebut sebagai koordinat GEOGRAFI. Koordinat ini diukur dalam lintang dan bujur dalam besaran derajat desimal, derajat menit desimal, atau derajat menit detik. Lintang diukur terhadap ekuator sebagai titik NOL (0° sampai 90° positif kearah utara dan 0° sampai 90° negatif kearah selatan). Adapun bujur diukur berdasarkan titik NOL (0° sampai 180° kearah timur dan 0° sampai 180° kearah barat). Titik 180° dari kedua bujur ini berada didaerah Samudra Pasifik. Koordinat geografi ini dapat dipetakan ke koordinat XY dengan sumbu X sebagai bujur dan sumbu Y sebagai lintang.



Gambar 2.14 Sistem Koordinat

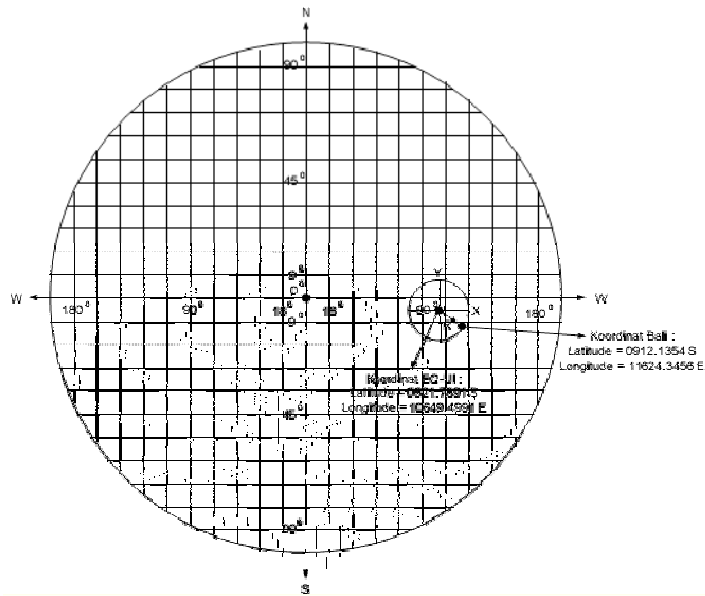
2.9.4 Format Data Keluaran GPS

Format Data Keluaran GPS ditetapkan oleh NMEA (*National Maritime Electronic Association*) dan dapat dikoneksikan ke komputer melalui *port* komunikasi serial dengan menggunakan kabel RS-232 atau ke media perangkat seperti mikrokontroler. Untuk sekarang ini, format yang sering digunakan sebagai standar data keluaran GPS adalah format NMEA 0183.

2.9.5 Navigasi Waypoint

Adalah suatu sistem pergerakan titik dari koordinat titik awal terhadap koordinat titik tujuan pada bidang XY. Pada GPS koordinat titik yang didapat dihasilkan dari koordinat *latitude* dan koordinat *longitude*. Dimana *latitude*

(lintang) diukur terhadap ekuator sebagai titik NOL (0° sampai 90° positif kearah utara dan 0° sampai 90° negatif kearah selatan) bergerak secara vertikal dan pada bidang XY diplot pada sumbu X. adapun *longitude* (bujur) diukur berdasarkan titik NOL di *Greenwich* NOL (0° sampai 180° kearah timur dan 0° sampai 180° kearah barat) bergerak secara horisontal dan pada bidang XY diplot pada sumbu Y.



Gambar 2.15 Koordinat *Latitude* dan *Longitude*

Untuk menghitung jarak antara koordinat tujuan terhadap koordinat awal maka menggunakan rumus berikut ini :

$$d = \text{acos}(\sin(\text{latitude1}) \times \sin(\text{latitude2}) + \cos(\text{latitude1}) \times \cos(\text{latitude2}) \times \cos(\text{longitude1} - \text{longitude2})) \text{ (rad)} \dots \dots \dots (2.6)$$

Satuan koordinat *latitude* dan *longitude* yang digunakan pada rumus perhitungan jarak ini menggunakan satuan radian. Karena format data *latitude* dan *longitude* yang diterima dari GPS adalah **ddmm.mmmm**, maka data tersebut perlu dikonversi ke bentuk **dd.dddd** agar didapat perhitungan angka *latitude* dan *longitude* dalam satuan radian. Rumus konversinya adalah sebagai berikut :

$$0.ddd = \frac{\text{mm.mmmm}}{60} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$\text{dd.dddd} = \text{dd} + 0.ddd \dots \dots \dots (2.8)$$

Konversi dd.dddd ke radians.

$$\text{Radian} = \frac{dd.ddd}{57,2957795} \dots\dots\dots(2.9)$$

Untuk mendapatkan jarak dalam satuan meter, maka diperoleh konversi sebagai berikut :

$$\text{Nautical Miles (NM)} = \text{Radian} \times 3437,7387 \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\text{Miles (MI)} = \text{NM} \times 1,150779 \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{Meter (m)} = \text{MI} \times 1852 \dots\dots\dots(2.12)$$

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tentang “Analisis Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1 CDMA 2000 1 X Telkom Area Jember Menggunakan Model Okumura Hata.” dilaksanakan di:

Tempat dan Alamat: Kampus Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Slamet Riyadi No. 62 Patrang, Jember 68111 dan PT. Telkom Area Jember, Jl. Hos Cokroaminoto 25 Jember.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

Jenis Kegiatan	Bulan									
	I	II	III	IV	V	IV	VI	VIII	IX	X
Studi Literatur	■	■	■							
Pengumpulan Data				■						
Analisa Data					■	■	■			
Penyusunan Skripsi							■	■	■	■

3.2 Tahap Penelitian

3.2.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diambil antara lain sebagai berikut:

1) BTS (*Base Transceiver Station*)

- a) Lokasi antena
- b) Arah antena
- c) Tipe antena yang digunakan
- d) Frekuensi yang digunakan

2) MS (*Mobile Station*)

- a) Program *NetMonitor*
- b) Mengukur level daya terima
- c) Mengukur level daya pancar

3) GPS (*Global Positioning System*)

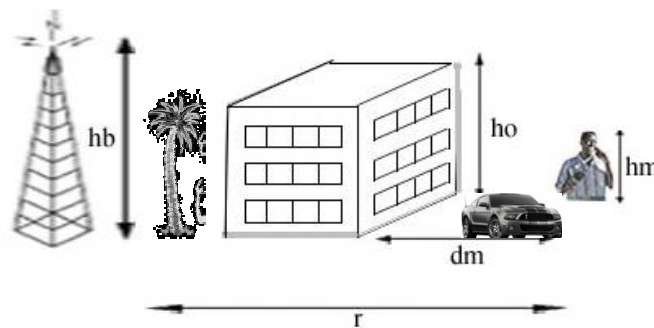
- a) Menentukan posisi MS dan BTS
- b) Menentukan ketinggian tanah diatas permukaan laut
- c) Menentukan jarak udara MS terhadap BTS

4) Peta topografi

- a) Menggambarkan cakupan BTS
- b) Penentuan sudut
- c) Penentuan jarak BTS dengan titik MS

3.2.2 Tahap perhitungan

Jangkauan area pada sel CDMA dipengaruhi oleh ketinggian antenna BTS (*base station*), penguatan antenna MS (*mobile station*), dan objek penghalang (*multipath*). Untuk menentukan besarnya daya terima harus mengetahui profil antara lokasi pemancar dan penerima. Parameter-parameter pengukuran dapat digambarkan seperti dibawah ini:



Gambar 3.1 Stasiun pemancar BTS dengan objek penghalang

Parameter yang digunakan:

- h_m = Tinggi antenna *mobile station*, diukur dari permukaan tanah (m)
- h_b = Tinggi antenna *base station*, diukur dari permukaan tanah (m)
- r = Jarak *mobile station* ke *base station* (m)

A. Perhitungan Daya Pancar MS

Untuk mencari daya pancar MS. Dengan menghitung daya efektif isotropik yang diradiasikan EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) adalah daya maksimum yang diradiasikan pemancar dalam arah penguatan antenna (Martha Diany, 2008), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$EIRP = P_t G_t \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

EIRP = Daya pancar efektif (dBm).

P_t = Daya keluaran MS (W).

G_t = Penguatan antena MS (dB).

B. Tahap Perhitungan Daya Terima

Untuk daerah *urban*/kota adalah banyak terdapat bangunan seperti, rumah-rumah, gedung/pertokoan, kendaraan, dan pohon. Kerugian lintasan daerah perkotaan model Okumura Hata dapat dituliskan seperti persamaan:

$$L_{OH}(\text{urban}) : 69,55 + 26,16 \log_{10}(f_c) - 13,82 \log_{10}(h_b) - \alpha(h_m) + [44,9 - 6,55 \log_{10}(h_b)] \log_{10}r \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Dengan faktor koreksi } \alpha(h_m) = [1,1 \log_{10}(f_c) - 0,7] \times h_m - [1,56 \times \log_{10}(f_c) - 0,8] \dots\dots(3.3)$$

(Motorola, CDMA 2000 1X RF *Planning Guide*, 2002: 213)

Dimana:

$L_{OH}(\text{urban})$ = Daya terima dengan kerugian lintasan (dBm).

f_c = Frekuensi antena sektoral yang digunakan (800 MHz).

r = Jarak dari BTS ke MS (kilometer).

h_m = Tinggi penerima (meter).

h_b = Tinggi pemancar (meter).

Hasil perhitungan kemudian dimasukkan ke dalam susunan tabel 3.2 seperti berikut:

Tabel 3.2 Hasil perhitungan daya terima Okumura Hata

Arah terhadap utara	Jarak (m)	Tinggi antena BTS relatif (m)	Tinggi MS (m)	Faktor koreksi (m)	Daya terima (dBm)
30°	100				
	200				
	300				
	400				

	500
	...dst
120°	100
	200
	300
	400
	500

Kolom-kolom pada tabel di atas diisi dengan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Untuk kolom arah diisi dengan titik lokasi penelitian dengan sudut yang ditentukan dari arah utara;
- 2) Untuk kolom jarak diisi dengan titik lokasi penelitian (m);
- 3) Kolom tinggi antenna BTS relatif sebagai acuan terhadap ketinggian tanah di titik lokasi penelitian (selisih ketinggian tower BTS terhadap selisih ketinggian tanah di titik lokasi dengan ketinggian tanah titik BTS);
- 4) Kolom tinggi MS adalah tinggi peneliti;
- 5) Pada kolom faktor koreksi untuk mengetahui pengaruh terhadap objek penghalang terhadap MS (dalam satuan meter);
- 6) Kolom daya terima, adalah hasil perhitungan propagasi Okumura Hata.

3.2.3 Tahap pengukuran

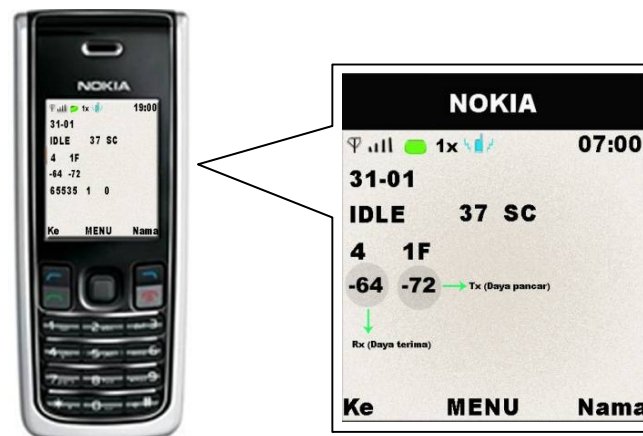
Penentuan titik lokasi dilakukan pada tanggal 20 - 21 Mei 2011, dan pengukuran level daya dimulai 23 Mei s/d 27 Mei 2011. Untuk parameter waktu pagi antara pk. 07.00 s/d 09.00, siang antara pk. 12.00 s/d 14.00, dan malam pk. 19.00 s/d 21.00 wib. Pada saat melakukan pengukuran kondisi di lokasi menunjukkan cuaca yang tidak hujan. Pengambilan data dilakukan pada keadaan *idle* tanpa melakukan proses komunikasi.

Pada tahap pengujian di lapangan, level daya terima MS di ukur dengan ponsel tipe Nokia 2865 dengan program *NetMonitor* (NETMON). Sebelum mengambil data terlebih dahulu diset sektor atau sel mana yang akan menjadi

titik acuan, dalam hal ini yaitu antena sektor 1 dengan *cell id* (4) Dengan program *NetMonitor* peneliti bisa mengetahui level daya terima dan pancar pada lokasi tempat MS berada (dalam satuan dBm).



Gambar 3.2 Pengukuran jarak dan tinggi tanah (GPS Garmin tipe 60i)



Gambar 3.3 Pengukuran Tx dan Rx MS (Nokia tipe 2865)

Area yang dijadikan lokasi penelitian antara lain: Jl.Hos Cokroaminoto, Jl.Tempean, Jl.Kali Jompo, Jl.Gajah Mada, Jl.Kenanga, Jl.Sultan Agung, Jl.Samanhudi, Jl.Pasar tanjung, Jl.Wr.Soepatman, Jl.Wahidin, Jl.Untung Suropati, dan Jl.Diponegoro. Data yang diperoleh dilapangan kemudian dimasukkan ke dalam susunan Tabel 3.3 seperti berikut:

Tabel 3.3 Hasil Pengukuran Daya Terima MS

Arah terhadap utara	Jarak (m)	Ketinggian Tanah (m)	Level Daya (dBm)			Lokasi penelitian
			(Pagi) 07.00	(Siang) 12.00	(Malam) 19.00	
30°	100					
	200					
	300					
	400					
	500					
	...dst					
120°	100					
	200					
	300					
	400					
	500					

Kolom-kolom pada tabel di atas diisi dengan hal-hal sebagai berikut:

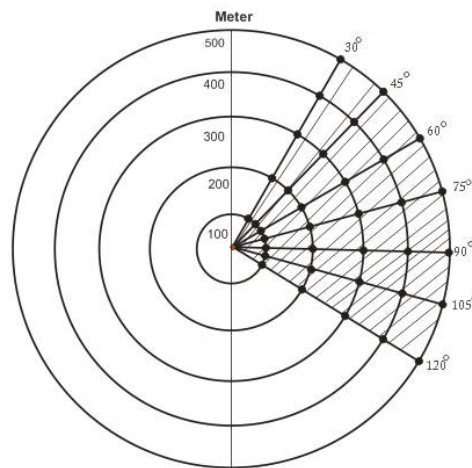
- 1) Untuk kolom arah diisi dengan titik lokasi penelitian dengan sudut yang ditentukan dari arah utara;
- 2) Pada kolom jarak diisi dengan titik lokasi penelitian (m);
- 3) Untuk kolom ketinggian diisi dengan tinggi tanah pada titik yang diamati diukur dari atas permukaan laut (m);
- 4) Kolom level daya diisi dengan data yang diukur di lapangan dengan parameter waktu; pk. 07.00 s/d 09.00 mewakili pagi, pk. 12.00 s/d 14.00 mewakili siang, dan 19.00 s/d 21.00 untuk mewakili malam hari. Parameter waktu adalah untuk mengetahui beda daya yang diterima oleh sebuah MS agar mendapatkan level daya terbaik untuk melakukan panggilan dalam proses komunikasi. Terkadang meskipun level daya yang diterima bagus tetapi tidak dapat melakukan panggilan

dikarenakan oleh beberapa hal, misalnya kepadatan trafik. Tetapi hal tersebut tidak dibahas pada penelitian ini, karena hanya menganalisa propagasi dengan pengaruh objek penghalang menggunakan model Okumura Hata untuk daya terima MS;

5) Kolom lokasi penelitian; Penentuan lokasi dan pengujian dilapangan.

3.3 Gambar Cakupan Antena Sektor 1

1. Pada bidang luasan lingkaran dengan besar sudut 90°



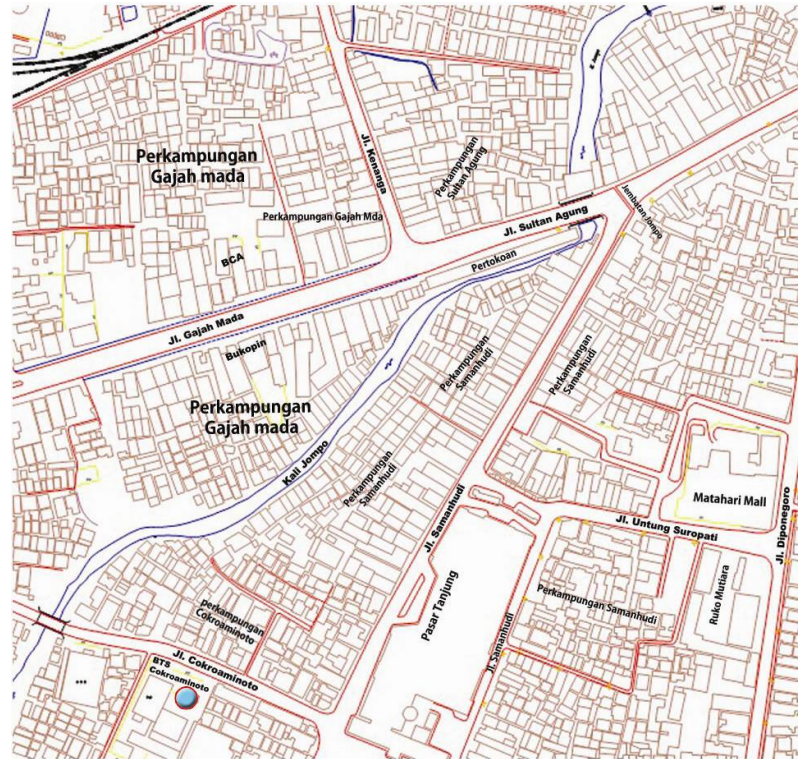
Gambar 3.4 Titik dan arsiran cakupan BTS Cokroaminoto sektor 1

3.4 Pengambilan kesimpulan

Pengambilan kesimpulan akan dititikberatkan pada:

- 1) Membandingkan hasil perhitungan dengan pengujian di lapangan;
- 2) Penentuan titik lokasi MS yang efektif untuk menerima sinyal dari BTS Cokroaminoto sektor 1 dalam hal ini pengukuran dilakukan dengan sampel 49 titik lokasi mewakili penerimaan sinyal daya terima;
- 3) Menggambarkan cakupan wilayah pancar antena sektor 1 BTS Cokroaminoto dengan pengukuran 49 titik lokasi mewakili sinyal daya terima.

3.5 Peta Topografi

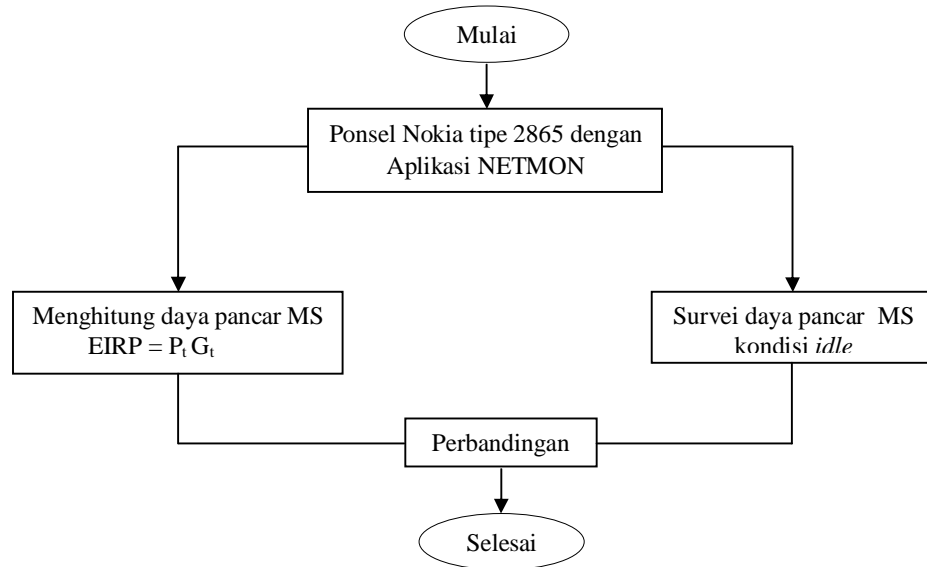


Gambar 3.5 Lokasi Penelitian

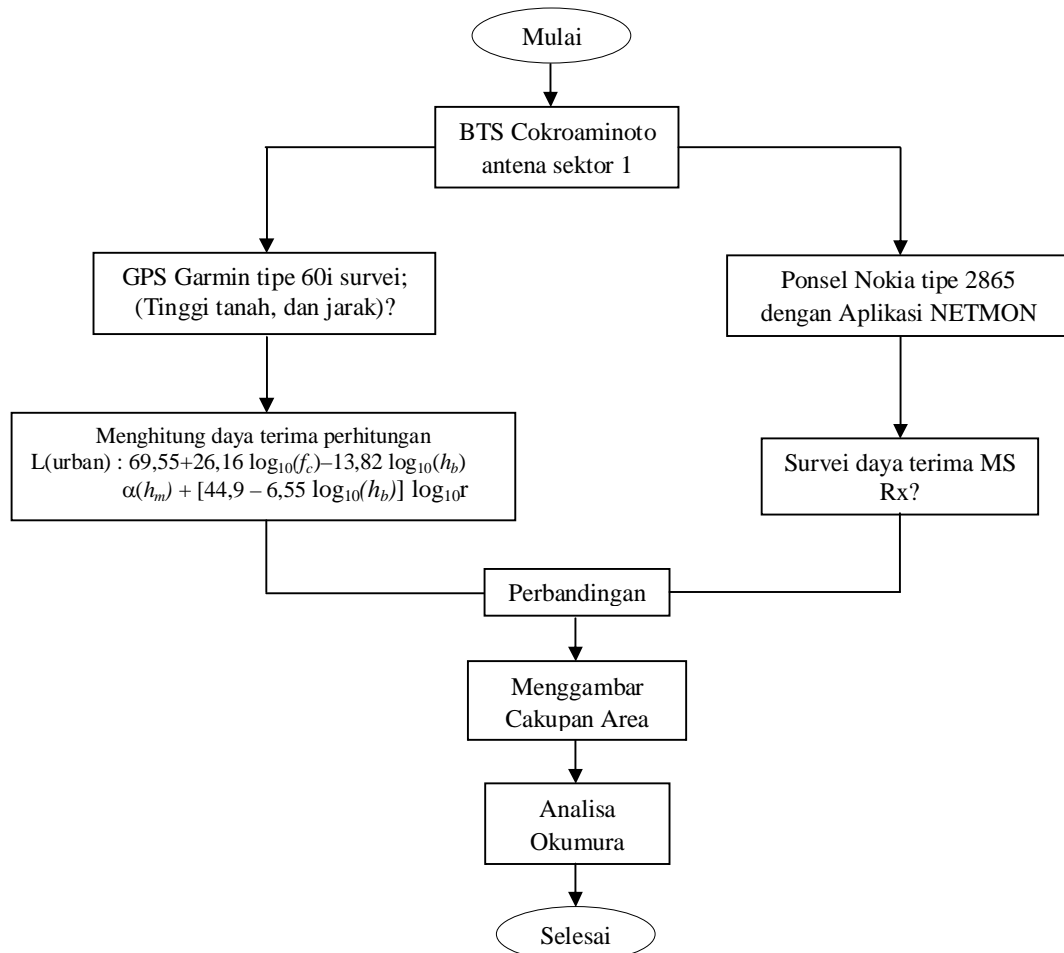
Sumber Peta: BPN Jember

3.6 Diagram Alir Kerja Penelitian

3.6.1 Diagram Alir pengambilan data daya pancar (Tx)



3.6.2 Diagram Alir pengambilan data daya terima (Rx)



BAB 4. HASIL DAN ANALISIS DATA

4.1 Hasil Pengumpulan Data di Lapangan

4.1.1 Data Pemancar BTS

Pada penelitian ini pemancar yang digunakan adalah BTS Cokroaminoto sektor 1 PT. Telkom Tbk dengan spesifikasi teknik sebagai berikut:

- Arah antena : 30° (dari arah utara)
- Koordinat : 8° 10'29.39" LS
113° 41'36.44" BT
- Tipe antena : AP909014-t6 (RFS)
- Frekuensi yang digunakan : 800 MHz
- Daya keluaran (*TX Power*) : 19 W
- Tipe kabel dan konektor : CELLFLEX (RFS)
- Rugi kabel+konektor : 3 dB
- Penguatan (*Gain*) antena : 14.5 dB
- Tinggi lokasi : 87 m (dpl)
- Tinggi pemancar : 65 meter dari permukaan tanah
- Jangkauan area : 600 m
- Skala peta topografi Jember : 1:10.000 (dilampirkan)

Sumber: PT.Telkom Tbk & Motorola & CDMA 2000 1X RF *Planning Guide* (Th2002).

4.1.2 Data Penerima MS

- Tipe *mobile station* (MS): Nokia 2865
- Daya keluaran MS : 2,679 W
- Penguatan antena : -2.1 dB

4.1.3 Penentuan jarak dan ketinggian tanah

Penentuan jarak dan ketinggian tanah lokasi penelitian diperoleh dengan pengukuran menggunakan GPS Garmin tipe 60i tiap 100 m sampai 700 m. Sedangkan untuk mengetahui arah derajat lokasi dengan menggunakan alat bantu busur dengan melihat peta topografi BTS Cokroaminoto.

Tabel 4.1 Data Ketinggian Tanah Berdasarkan Pengukuran Kabupaten Jember

Arah terhadap utara	Jarak (m)	Ketinggian Tanah (m)	Daerah
30°	100	95	Perkampungan Cokroaminoto
	200	95	Perkampungan Gajah Mada
	300	102	Perkampungan Gajah Mada
	400	107	Raya Gajah Mada
	500	107	Perkampungan Gajah Mada
	600	107	Perkampungan Gajah Mada
	700	107	Perkampungan Gajah Mada
45°	100	86	Perkampungan Cokroaminoto
	200	86	Kali Jompo
	300	91	Perkampungan Gajah Mada
	400	107	Bukopin Gajah Mada
	500	107	Perkampungan Gajah Mada
	600	107	Perkampungan Gajah Mada
	700	107	Kenanga
60°	100	96	Perkampungan Cokroaminoto
	200	85	Perkampungan Samanhuji
	300	98	Kali Jompo
	400	91	Kali Jompo
	500	91	Pertokoan Sultan Agung
	600	91	Perkampungan Sultan Agung
	700	91	Perkampungan Sultan Agung
75°	100	105	Perkampungan Tempean

	200	94	Perkampungan Samanhudi
	300	105	Perkampungan Samanhudi
	400	110	Perkampungan Samanhudi
	500	110	Perkampungan Samanhudi
	600	110	Samanhudi
	700	110	Samanhudi
90°	100	97	Perkampungan Cokroaminoto
	200	97	Perkampungan Samanhudi
	300	102	Samanhudi
	400	102	Untung Suropati
	500	113	Perkampungan Samanhudi
	600	113	Perkampungan Samanhudi
	700	113	Perkampungan Samanhudi
105°	100	102	Perkampungan Cokroaminoto
	200	98	Samanhudi
	300	96	Pasar Tanjung
	400	101	Perkampungan Samanhudi
	500	98	Perkampungan Samanhudi
	600	98	Untung Suropati
	700	98	Diponegoro (Matahari Mall)
120°	100	98	Cokroaminoto
	200	90	Samanhudi
	300	96	Pasar Tanjung
	400	97	Perkampungan Samanhudi
	500	97	Perkampungan Samanhudi
	600	97	Diponegoro (Ruko Mutiara)
	700	97	Perkampungan Diponegoro

4.2 Analisis Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1 PT. Telkom Area Jember Menggunakan Model Okumura Hata

4.2.1 Perhitungan Daya Pancar MS

Daya efektif isotropik yang diradiasikan EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) adalah daya maksimum yang diradiasikan oleh pemancar MS pada penguatan antenna yang paling maksimum (Martha Diany, 2008), dan angka daya pancar (Tx) adalah konstan karena kondisi *idle*. dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Mencari } P_t : \text{ Satuan dalam desibel} &= 10 \log \frac{2,679 \text{ W}}{1 \text{ mW}} \text{ dBm} \\ P_t &= 10 \log \frac{2679 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} \text{ dBm} \\ P_t &= 34,279 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= P_t G_t \\ &= 34 \times (-2,1) = -72 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Dimana:

EIRP = Daya pancar efektif MS (dBm).

P_t = Daya pancar MS (dBm).

G_t = Penguatan antenna MS (dBm).

Tabel 4.2 Daya Pancar efektif MS kondisi *idle*

No	Jarak (m)	EIRP (dBm)
1	100	-72
2	200	-72
3	300	-72
4	400	-72
5	500	-72
6	600	-72
7	700	-72

4.2.2 Perhitungan Daya Terima MS

Propagasi Okumura Hata digunakan untuk mencari perhitungan nilai rata-rata kekuatan sinyal yang diterima. Dirumuskan dibawah ini:

$$L_{OH}(\text{urban}) : 69,55 + 26,16 \log_{10}(f_c) - 13,82 \log_{10}(h_b) - \alpha(h_m) + [44,9 - 6,55 \log_{10}(h_b)] \log_{10} r$$

Dengan faktor koreksi $\alpha(h_m) = [1,1 \log_{10}(f_c) - 0,7] \times h_m - [1,56 \times \log_{10}(f_c) - 0,8]$
 (Motorola, CDMA 2000 1X RF *Planning Guide*, 2002: 213)

Dimana:

f_c = Frekuensi pembawa antenna sektoral (MHz).

H_b = Tinggi antenna pemancar BTS (meter).

H_m = Tinggi antenna penerima MS (meter).

r = Jarak dari pemancar (kilometer).

$$\alpha(h_m) = [1,1 \log_{10}(800) - 0,7] \times 1,7 - [1,56 \times \log_{10}(800) - 0,8] = 0,509 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(57^*) - 0,51 + [44,9 - 6,55 \log(57^*)] \log 0,1 \\ &= 145,49 - 24,26 - 0,51 + (44,9 - 11,5) 0,1 \\ &= -87,32 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Dimana:

$L_{OH}(\text{urban})$ = Daya terima dengan kerugian lintasan (dBm).

f_c = Frekuensi antenna yang digunakan (800 MHz).

r = Jarak dari BTS ke MS (meter).

h_m = Tinggi penerima (meter).

h_b = Tinggi pemancar (meter).

Perhitungan daya terima Okumura Hata dengan parameter-parameter jarak, ketinggian BTS, ketinggian MS yang konstan dan faktor koreksi dapat dibuatkan tabel seperti di bawah ini:

Tabel 4.3 Data Daya Terima Propagasi Okumura Hata

Arah terhadap utara	Jarak (m)	Ketinggian Tanah (m)	*hb relatif (m)	*hm relatif (m)	Faktor koreksi (m)	Daya Terima (dBm)
30°	100	95	57	1,7	0,51	-87,32
	200	95	57	1,7	0,51	-97,406
	300	102	50	1,7	0,51	-103,877

	400	107	45	1,7	0,51	-108,611
	500	107	45	1,7	0,51	-112
	600	107	45	1,7	0,51	-114,569
	700	107	45	1,7	0,51	-116,852
45°	100	86	66	1,7	0,51	-86,8
	200	86	66	1,7	0,51	-96,8
	300	91	61	1,7	0,51	-102,9
	400	107	45	1,7	0,51	-108,611
	500	107	45	1,7	0,51	-112
	600	107	45	1,7	0,51	-114,569
	700	107	45	1,7	0,51	-116,852
60°	100	96	56	1,7	0,51	-87,375
	200	85	67	1,7	0,51	-96,784
	300	98	54	1,7	0,51	-103,5
	400	91	61	1,7	0,51	-107
	500	91	61	1,7	0,51	-110
	600	91	61	1,7	0,51	-112,938
	700	91	61	1,7	0,51	-115,164
75°	100	105	47	1,7	0,51	-87,9
	200	94	58	1,7	0,51	-97
	300	105	47	1,7	0,51	-103
	400	110	42	1,7	0,51	-108,9
	500	110	42	1,7	0,51	-112
	600	110	42	1,7	0,51	-114,94
	700	110	42	1,7	0,51	-117,236
90°	100	97	55	1,7	0,51	-87
	200	97	55	1,7	0,51	-97,5
	300	102	50	1,7	0,51	-103,8
	400	102	50	1,7	0,51	-108
	500	113	39	1,7	0,51	-114
	600	113	39	1,7	0,51	-115,346

	700	113	39	1,7	0,51	-117,656
105°	100	102	50	1,7	0,51	-87,7
	200	98	54	1,7	0,51	-97,5
	300	96	56	1,7	0,51	-103,34
	400	101	51	1,7	0,51	-108
	500	98	54	1,7	0,51	-111
	600	98	54	1,7	0,51	-110,39
	700	98	54	1,7	0,51	-112,525
120°	100	98	54	1,7	0,51	-87,5
	200	90	62	1,7	0,51	-97
	300	96	56	1,7	0,51	-103,34
	400	97	55	1,7	0,51	-107,7
	500	97	55	1,7	0,51	-111
	600	98	55	1,7	0,51	-110,39
	700	98	55	1,7	0,51	-112,525

*Keterangan:

*Hb = Ketinggian relatif BTS sebagai acuan.

= Ketinggian tower BTS – (Ketinggian tanah pada titik MS – ketinggian

= 65 – (95 - 87) = 57 m

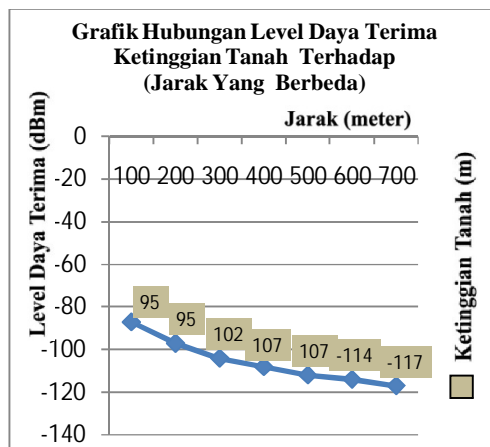
*Hm= Tinggi MS yaitu konstan.

Pada jarak 100 meter arah 30° dari antena pemancar level daya terima pada model propagasi Okumura Hata adalah -87 dBm. Dan menurun seiring dengan bertambahnya jarak yaitu -116,852 dBm pada jarak 700 meter. Pada arah 30° dan 45° jarak 500 meter besar level daya terima sama yaitu -112 dBm, hal ini dikarenakan jarak dan tinggi pemancar relatif sama yaitu 45 meter dari ketinggian tanah 107 meter di atas permukaan laut. Pada arah 30° dan 90° jarak 300 meter besar level daya terima sama yaitu -104 dBm tinggi pemancar relatif sama yaitu 50 meter dari ketinggian tanah 102 meter di atas permukaan laut. Pada arah 105° dan 120° jarak 300 meter besar level daya terima sama yaitu -103 dBm tinggi pemancar relatif sama yaitu 56 meter dari ketinggian tanah 96 meter di atas

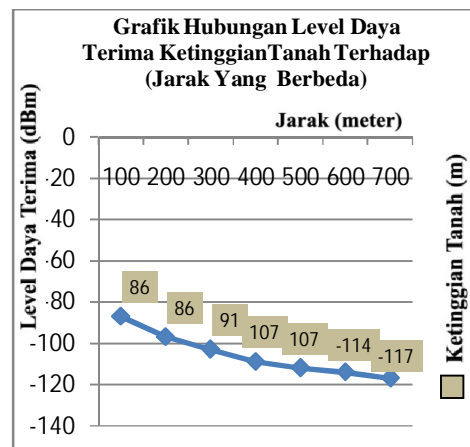
permukaan laut. Level daya terima paling kecil yaitu -117,656 dBm pada arah 90° jarak 700 meter tinggi pemancar relatif 39 meter dari ketinggian tanah 113 meter di atas permukaan laut, namun masih dapat melakukan panggilan karena masih lebih besar dari level sensitivitas penerima.

Dapat dilihat bahwa semakin panjang jarak antara pemancar dan penerima, maka semakin kecil level daya terimanya. Dan pengaruh ketinggian antenna. Semakin tinggi letak antenna maka semakin besar cakupannya Serta pengaruh kepadatan lingkungan di daerah perkotaan yang terdapat gedung tinggi yang sifatnya membengkokkan, pohon yang sifatnya menyebar, rumah penduduk sifatnya memantulkan arah propagasi sinyal, dan ketinggian tanah yang berpengaruh sangat kecil. Grafik perhitungan Okumura Hata dapat dilihat di bawah ini:

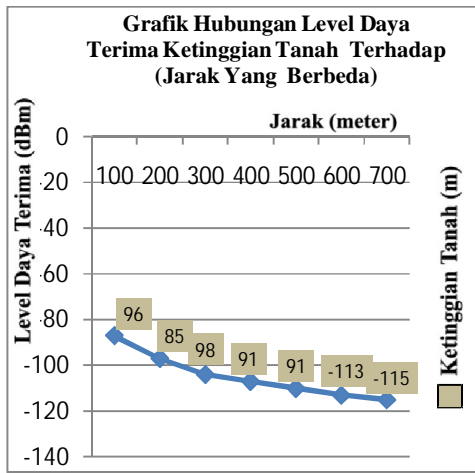
Arah 30°



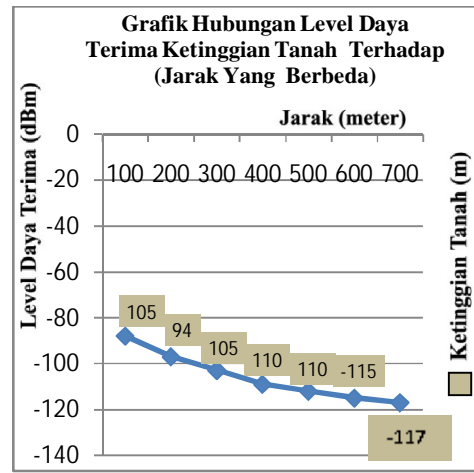
Arah 45°



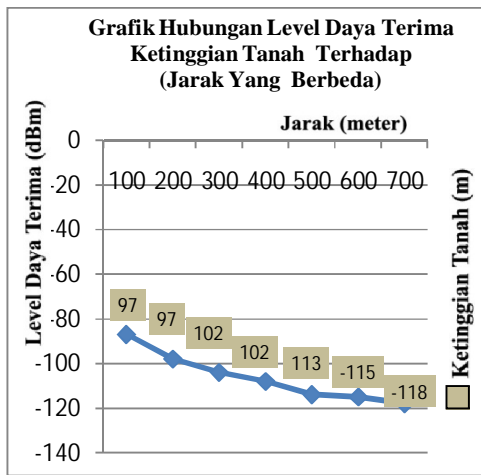
Arah 60°



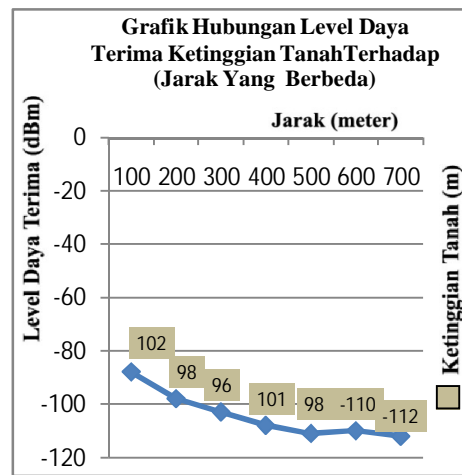
Arah 75°



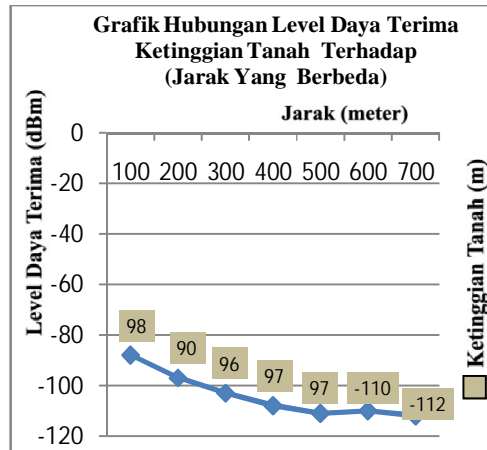
Arah 90°



Arah 105°



Arah 120°



Dari grafik diatas menunjukkan bahwa ketinggian tanah pengaruhnya relatif kecil namun pengaruh jarak lebih menentukan terhadap pelemahan level daya terima MS, jarak 100 meter – 700 meter dari pemancar ke penerima menunjukkan kurva level daya terlihat semakin menurun.

4.2.3 Menghitung Sensitivitas penerima MS

Sensitivitas penerima adalah daya minimum yang diterima oleh MS dan masih dapat melakukan proses panggilan komunikasi. Dimana sensitivitasnya sebesar -122,5 dBm. (Motorola, CDMA 2000 1X RF *Planning Guide*, 2002: 307).

Dapat dirumuskan dibawah ini:

$$S = kTB + N_{fb} + E - PG$$

$$S = -113 + 6 + 5,6 - 21,1 = -122,5 \text{ dBm}$$

Dengan:

$$S = \text{Sensitivitas penerima (dBm)}$$

$$kTB = \text{Daya noise (termal) penerima} = -133 \text{ dBm}$$

$$N_{fb} = \text{Konstanta noise} = 6 \text{ dB}$$

$$E = \text{Energi per kerapatan noise} = 5,6 \text{ dB}$$

$$PG = \text{Penguatan gain} = 21,1 \text{ dB}$$

4.3 Pengukuran di Lapangan

Pengukuran dilakukan dan dibedakan berdasarkan parameter waktu pagi, siang, dan malam. Terdapat perbedaan level daya terima yang diperoleh. Dapat dilihat tabel data pengukuran level daya terima berdasarkan parameter waktu sebagai berikut:

Tabel 4.4 Data Pengukuran Level Daya Terima di Lapangan

Arah terhadap utara	Jarak (m)	Ketinggian Tanah (m)	Level Daya (dBm)			Lokasi/Daerah penelitian
			(Pagi) 07.00	(Siang) 12.00	(Malam) 19.00	
30°	100	95	-64	-77	-65	Perkampungan Cokroaminoto
	200	95	-74	-87	-75	Perkampungan Gajah Mada

		300	102	-74	-78	-76	Perkampungan Gajah Mada
		400	107	-79	-89	-85	Raya Gajah Mada
		500	107	-79	-89	-85	Perkampungan Gajah Mada
		600	107	-79	-89	-85	Perkampungan Gajah Mada
		700	107	-79	-89	-85	Perkampungan Gajah Mada
45°		100	86	-66	-73	-69	Perkampungan Cokroaminoto
		200	86	-69	-75	-70	Kali Jompo
		300	91	-70	-77	-73	Perkampungan Gajah Mada
		400	107	-70	-79	-75	Bukopin Gajah Mada
		500	107	-73	-79	-77	Perkampungan Gajah Mada
		600	107	-73	-79	-77	Perkampungan Gajah Mada
		700	107	-73	-83	-74	Kenanga
60°		100	96	-64	-75	-65	Perkampungan Cokroaminoto
		200	85	-69	-79	-73	Perkampungan Samanhudi
		300	98	-70	-77	-73	Kali Jompo
		400	91	-70	-79	-75	Kali Jompo
		500	91	-71	-85	-75	Pertokoan Sultan Agung
		600	91	-71	-85	-71	Perkampungan Sultan Agung
		700	91	-71	-89	-75	Perkampungan Sultan Agung

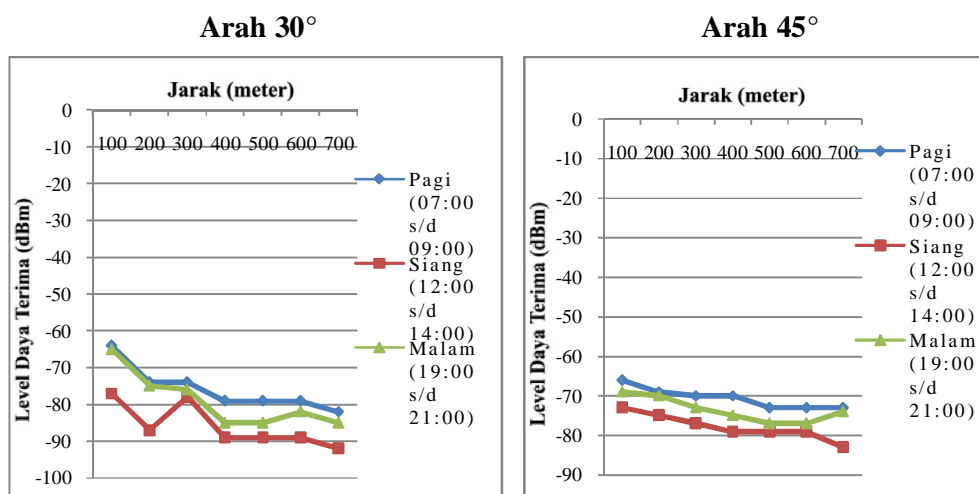
75°	100	105	-66	-71	-69	Perkampungan Tempean
	200	94	-69	-75	-70	Perkampungan Samanhudi
	300	105	-70	-77	-73	Perkampungan Samanhudi
	400	110	-70	-79	-75	Perkampungan Samanhudi
	500	110	-73	-79	-77	Perkampungan Samanhudi
	600	110	-73	-79	-77	Samanhudi
	700	110	-73	-79	-77	Samanhudi
90°	100	97	-65	-71	-69	Perkampungan Cokroaminoto
	200	97	-65	-73	-70	Perkampungan Samanhudi
	300	102	-70	-75	-73	Samanhudi
	400	102	-70	-79	-75	Untung Suropati
	500	113	-77	-83	-79	Perkampungan Samanhudi
	600	113	-77	-83	-79	Perkampungan Samanhudi
	700	113	-77	-83	-79	Perkampungan Samanhudi
105°	100	102	-61	-70	-65	Perkampungan Cokroaminoto
	200	98	-60	-70	-65	Samanhudi
	300	96	-75	-85	-77	Pasar Tanjung
	400	101	-79	-89	-81	Perkampungan Samanhudi
	500	98	-82	-89	-86	Perkampungan Samanhudi
	600	98	-82	-89	-86	Untung Suropati

	700	98	-82	-89	-86	Diponegoro (Matahari Mall)
120°	100	98	-67	-75	-69	Cokroaminoto
	200	90	-70	-79	-71	Samanhudi
	300	96	-71	-75	-72	Pasar Tanjung
	400	97	-73	-80	-76	Perkampungan Samanhudi
	500	97	-71	-76	-72	Perkampungan Samanhudi
	600	98	-71	-76	-72	Diponegoro (Ruko Mutiarra)
	700	98	-71	-76	-72	Perkampungan Diponegoro

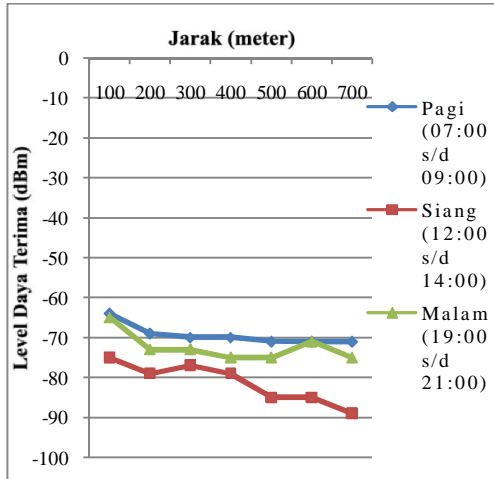
Dari pengukuran praktek yang sudah dilakukan terdapat perbedaan level daya terima berdasarkan waktu. Dapat dilihat pada tabel level daya yang diterima pada arah 30° jarak 100 meter waktu pagi yaitu -64 dBm, siang -77 dBm, malam -65 dBm. Pada jarak 400 meter dan 500 meter level daya yang diterima sama yaitu waktu pagi -79 dBm, siang -89 dBm, malam -85 dBm. Dikarenakan tinggi pemancar relatif sama yaitu 45 meter dari ketinggian tanah 107 meter di atas permukaan laut yang lokasinya sama terletak di perkampungan Gajah Mada, Pada jarak 500 m dan jarak 400 m terdapat kerapatan rumah yang sama. Sehingga bisa dikatakan perbandingan jarak dan halangan pada kedua titik ini akan diperoleh level daya terima yang sama. Pada arah 45° jarak 200 meter (Perkampungan Gajah Mada) dan arah 75° jarak 200 meter (Perkampungan Samanhudi) level daya yang diterima sama yaitu waktu pagi -69 dBm, siang -75 dBm, malam -70 dBm. Dikarenakan jarak pemancar ke penerima sama dan obyek penghalang (kepadatan rumah) yang relatif sama. Pada arah 45° jarak 300 meter (Bukopin Gajah Mada), arah 60° jarak 300 meter (Perkampungan Gajah Mada) dan arah 75° jarak 300 meter (Perkampungan Samanhudi) level daya yang diterima sama yaitu waktu pagi -70 dBm, siang -77 dBm, malam -73 dBm. Dikarenakan jarak pemancar ke penerima sama dan obyek penghalang (kepadatan rumah) yang relatif sama dan

titik Pada arah 45° terletak di belakang gedung Bank Bukopin. Sedangkan Pada arah 45° jarak 400 meter disamping (Bank Bukopin Gajah Mada), arah 60° jarak 400 meter (Kali Jompo), arah 75° jarak 400 meter (Perkampungan Samanhudi) dan arah 90° jarak 400 meter (Untung Suropati) level daya yang diterima sama yaitu waktu pagi -70 dBm, siang -79 dBm, malam -75 dBm. Dikarenakan jarak pemancar ke penerima sama dan kepadatan rumah yang relatif sama. Titik pada arah 45° terhalang oleh gedung Bukopin, titik pada arah 60° terhalang rumah penduduk, titik pada arah 75° terdapat kepadatan rumah, dan titik pada arah 90° terdapat kepadatan rumah juga.

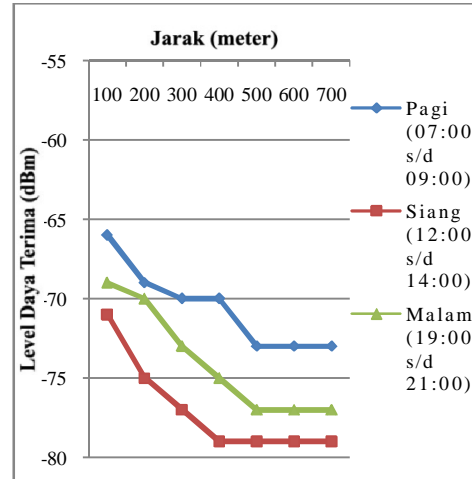
Dapat dilihat level daya terima pada waktu pagi merupakan level tertinggi sehingga mengalami penurunan pada waktu siang dan mulai kembali tinggi pada waktu malam. Indikatornya kendaraan di jalan yang merupakan obyek penghalang dan kepadatan trafik komunikasi yang mengakibatkan interferensi satu sama lain antar MS namun tidak dibahas karena pada penelitian ini hanya membahas pengaruh obyek penghalang saja. Sehingga pada waktu pagi aktifitas kendaraan di jalan dan kegiatan komunikasi mulai terjadi, pada waktu siang aktifitas kendaraan di jalan dan kegiatan komunikasi lebih meningkat lagi. Dan pada waktu malam aktifitas kendaraan di jalan dan kegiatan komunikasi mulai berkurang dan pada keadaan ini level daya terima mulai naik/tinggi. Dapat dibuat Grafiknya berdasarkan parameter waktu pagi, siang dan malam hari seperti dilihat dibawah ini:



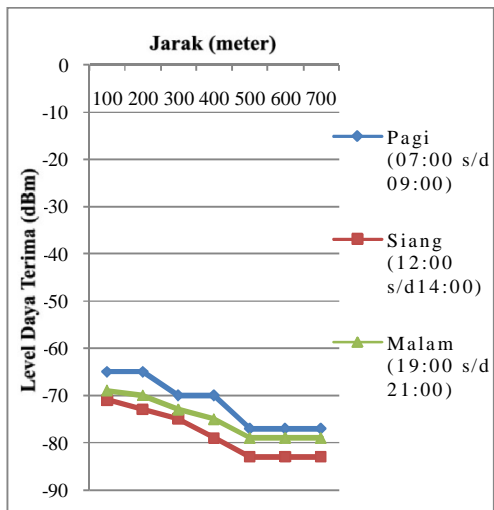
Arah 60°



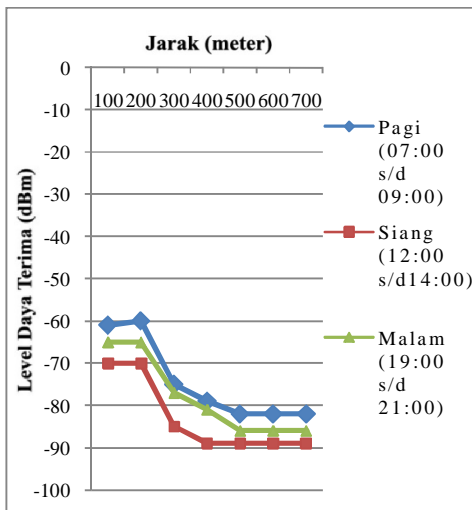
Arah 75°

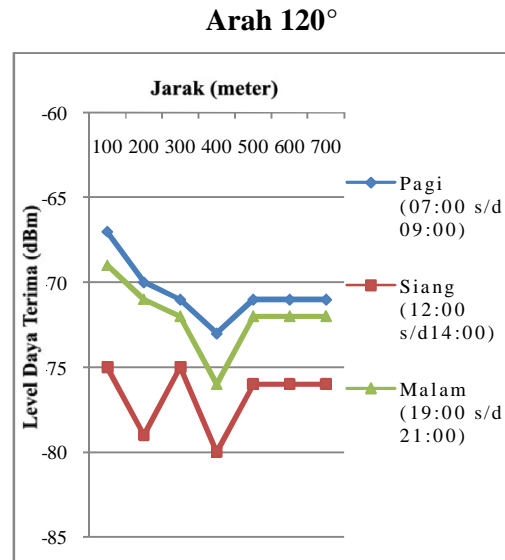


Arah 90°



Arah 105°





4.4 Analisa Perhitungan dan Pengukuran Daya Terima

Dari perhitungan Okumura Hata (L_{OH}) dengan parameter-parameter h_b , h_m dan r telah diperoleh sinyal gelombang yang telah mengalami kerugian perambatan akibat obyek penghalang dalam kata lain yaitu (sinyal daya terima MS). Kemudian dilakukan pengukuran dengan menggunakan ponsel Nokia tipe 2865 untuk mengukur sinyal daya terima MS dengan parameter-parameter waktu pagi, siang, dan malam. Dapat dilihat tabel perhitungan dan pengukuran sinyal daya terima (rata-rata) sebagai berikut:

Tabel 4.5 Perhitungan Daya Terima Okumura Hata dan Pengukuran di Lapangan

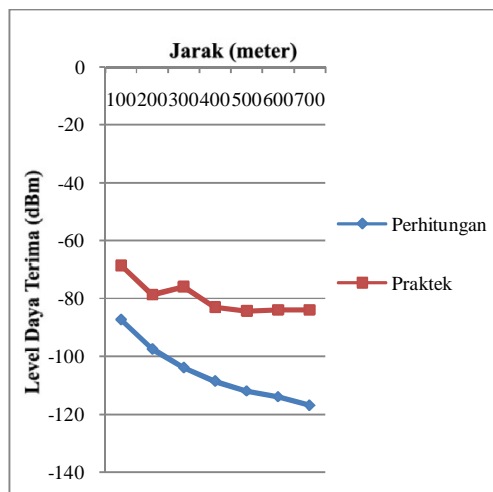
Arah terhadap utara	Jarak (m)	Ht relatif (m)	Hr relatif (m)	Perhitungan	Praktek
30°	100	57	1,7	-87,32	-68,666
	200	57	1,7	-97,406	-78,666
	300	50	1,7	-103,877	-76
	400	45	1,7	-108,611	-84,333
	500	45	1,7	-112	-84,333
	600	45	1,7	-114,569	-84,333
	700	45	1,7	-116,852	-84,333

45°	100	66	1,7	-86,8	-69,333
	200	66	1,7	-96,8	-71,333
	300	61	1,7	-102,9	-73,333
	400	45	1,7	-108,611	-74,666
	500	45	1,7	-112	-76,333
	600	45	1,7	-114,569	-76,333
	700	45	1,7	-116,852	-76,333
60°	100	56	1,7	-87,375	-68
	200	67	1,7	-96,784	-73,666
	300	54	1,7	-103,5	-73,333
	400	61	1,7	-107	-74,666
	500	61	1,7	-110	-77
	600	61	1,7	-112,938	-77
	700	61	1,7	-115,164	-77
75°	100	47	1,7	-87,9	-68,666
	200	58	1,7	-97	-71,333
	300	47	1,7	-103	-73,333
	400	42	1,7	-108,9	-74,666
	500	42	1,7	-112	-76,333
	600	42	1,7	-114,94	-76,333
	700	42	1,7	-117,236	-76,333
90°	100	55	1,7	-87	-68,333
	200	55	1,7	-97,5	-69,333
	300	50	1,7	-103,8	-72,666
	400	50	1,7	-108	-74,666
	500	39	1,7	-114	-83,333
	600	39	1,7	-115,346	-83,333
	700	39	1,7	-117,656	-83,333
105°	100	50	1,7	-87,7	-65,333
	200	54	1,7	-97,5	-65
	300	56	1,7	-103,34	-79

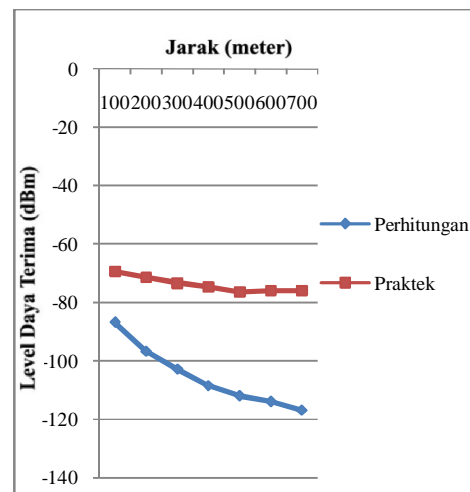
	400	51	1,7	-108	-83
	500	54	1,7	-111	-85,666
	600	54	1,7	-110,39	-85,666
	700	54	1,7	-112,525	-85,666
120°	100	54	1,7	-87,5	-70,333
	200	62	1,7	-97	-73,333
	300	56	1,7	-103,34	-72,666
	400	55	1,7	-107,7	-76,333
	500	55	1,7	-111	-73
	600	55	1,7	-110,39	-73
	700	55	1,7	-112,525	-73

Hasil perhitungan daya terima dan praktek pengukuran di lapangan dapat dibuat Grafiknya seperti dilihat dibawah ini:

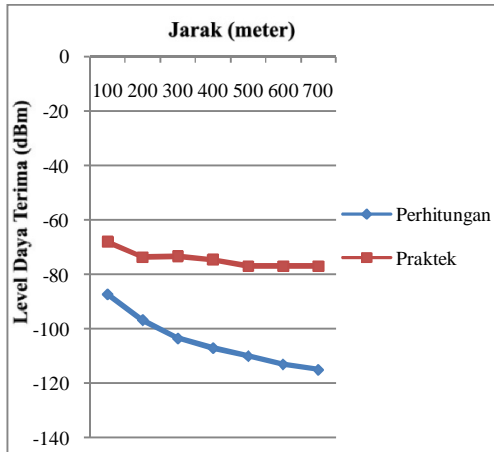
Arah 30°



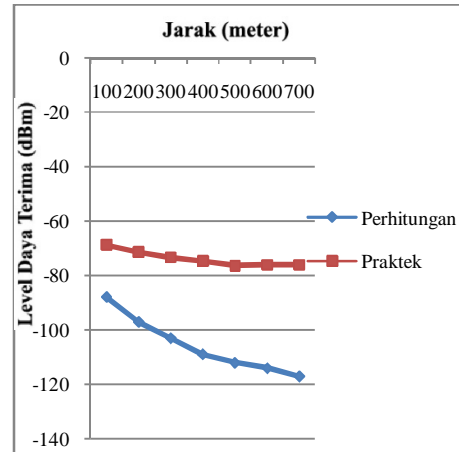
Arah 45°



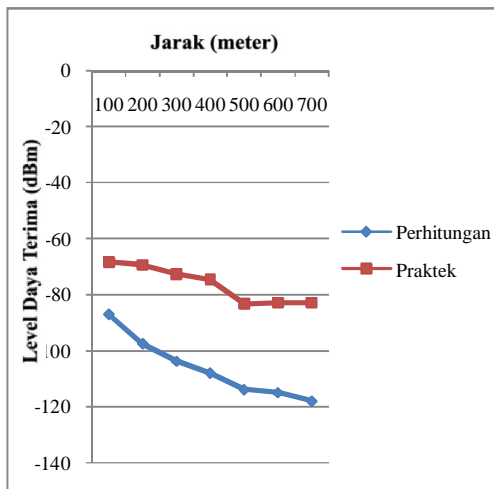
Arah 60°



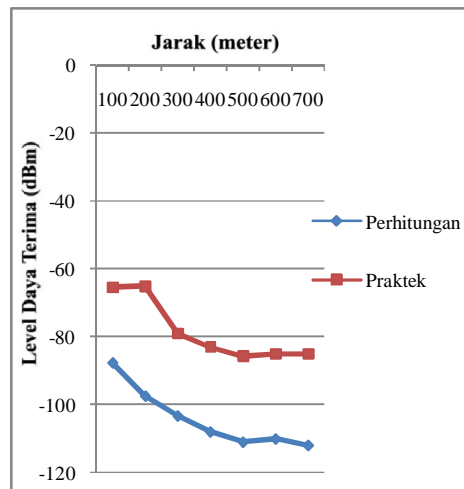
Arah 75°

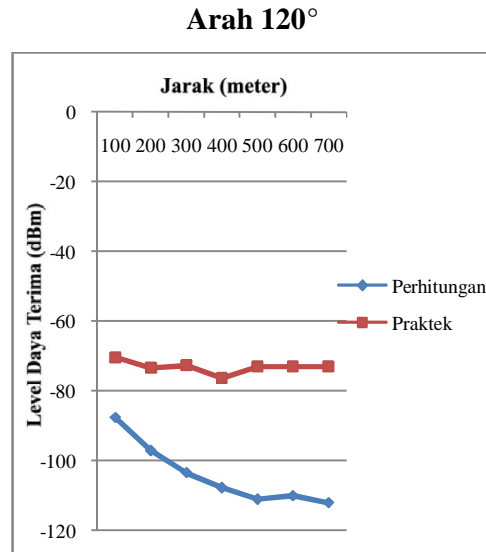


Arah 90°



Arah 105°





Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa hasil perhitungan level daya terima Okumura Hata lebih kecil daripada praktek. Hal ini menunjukkan 1. BTS Telkom di Cokroaminoto sangat baik daya pancarnya untuk antena sektor 1 sehingga faktor-faktor yang memengaruhi (1. Faktor daya yang baik, 2. cakupan (*coverage*) BTS Cokroaminoto yang maksimum hanya 600 m untuk jarak selebihnya telah dicakup oleh BTS lain mengingat jarak 1 km terdapat BTS S.Parman Jalan Kartini); 2. Model analisa Okumura Hata diterapkan pada sebuah kota di Tokyo yang secara kepadatan penduduk atau obyek halangan (*multipath*) berbeda. Maka dari itu diberikan faktor koreksi untuk macam perkotaan.

4.5 Perhitungan Error Persen

Untuk mencari Error Persen adalah rasio selisih daya terima perhitungan dengan daya terima (rata-rata) praktek yang dinyatakan dalam persentase. Dapat dirumuskan dibawah ini:

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{H_{\text{perhitungan}} - H_{\text{praktek}}}{H_{\text{praktek}}} \right| \times 100 \%$$

$$= \left| \frac{-87,32 - (-68,666)}{-68,666} \right| \times 100 \% = 27 \%$$

Tabel 4.6 Perhitungan Error Persen

Arah terhadap utara	Perhitungan	Praktek	Error (%)
30°	-87,32	-68,666	27
	-97,406	-78,666	24
	-103,877	-76	37
	-108,611	-84,333	29
	-112	-84,333	33
	-114,569	-84,333	35
	-116,852	-84,333	38
	45°	-86,8	-69,333
-96,8		-71,333	36
-102,9		-73,333	40
-108,611		-74,666	45
-112		-76,333	47
-114,569		-76,333	50
-116,852		-76,333	53
60°		-87,375	-68
	-96,784	-73,666	31
	-103,5	-73,333	41
	-107	-74,666	43
	-110	-77	43
	-112,938	-77	46
	-115,164	-77	49
	75°	-87,9	-68,666
-97		-71,333	36
-103		-73,333	40
-108,9		-74,666	46
-112		-76,333	47
-114,94		-76,333	50

	-117,236	-76,333	53
90°	-87	-68,333	27
	-97,5	-69,333	41
	-103,8	-72,666	43
	-108	-74,666	45
	-114	-79,666	43
	-115,346	-79,666	44
	-117,656	-79,666	47
105°	-87,7	-65,333	34
	-97,5	-65	50
	-103,34	-79	31
	-108	-83	30
	-111	-85,666	29
	-110,39	-85,666	28
	-112,525	-85,666	31
120°	-87,5	-70,333	24
	-97	-73,333	32
	-103,34	-72,666	42
	-107,7	-76,333	41
	-111	-73	52
	-110,39	-73	51
	-112,525	-73	54

Dari tabel diatas dapat dianalisa *error* persen pada arah 30° pada jarak 200 m yaitu 24% (lihat tabel 4.6). Karena pada praktek titik ini terlihat langsung oleh peneliti pemancar BTS serta terdapat kerenggangan obyek penghalang (rumah penduduk) di kampung Gajah Mada. Pada jarak 400 m *error* persen 29 % dan naik pada jarak 500 m *error* persennya 34 %, level daya terima (rata-rata) praktek sama namun karena pada level daya terima perhitungan yang berbeda.

Pada arah 45° pada jarak 100 m *error* persen 25 % pada titik ini terdapat obyek penghalang rumah-rumah penduduk di (perkampungan Cokroaminoto).

Selanjutnya *error* persen naik pada jarak 200 m (36%), jarak 300 m (40%), jarak 400 m (45%), jarak 500 m (47%), jarak 600 m (50%), dan jarak 700 m (53%).

Pada arah 60° pada jarak 100 m *error* persen 28 % pada titik ini terdapat obyek penghalang rumah-rumah penduduk di (perkampungan Cokroaminoto). pada jarak 400 m dan 500 m *error* persen sama yaitu 43 %. Karena pada titik lokasi ini ketinggian tanah dan redaman halangan relatif sama.

Pada arah 90° pada jarak 100 m *error* persen 27% pada titik ini terdapat obyek penghalang rumah-rumah penduduk di (perkampungan Cokroaminoto). pada jarak 300 m dan 500 m *error* persen sama 43 %. Karena pada titik lokasi ini redaman halangan relatif sama.

Pada arah 105° diperoleh beragam *error* persen berturut-turut (lihat tabel 4.6). pada jarak 100 m yaitu 34% di perkampungan cokroaminoto; pada jarak 200 m yaitu 50% pada titik lokasi ini didalam rumah penduduk depan (pasar tanjung); pada jarak 300 m yaitu 31% pada titik lokasi ini tepat di dalam (pasar tanjung); pada jarak 400 m yaitu 30% pada titik lokasi ini terhalang oleh gedung (pasar tanjung) dan kerapatan rumah; pada jarak 500 m yaitu 29% pada titik lokasi ini banyak terdapat kerapatan rumah.

Pada arah 120° pada jarak 100 m yaitu 24% pada titik lokasi ini di jalan dan dekat persimpangan jalan raya yang selalu padat kendaraan. Sedangkan *error* persen pada arah 120° pada jarak 500 m yaitu 52%, Karena pada titik ini ada kerapatan rumah dan di pertigaan kampung jalan Samanhudi.

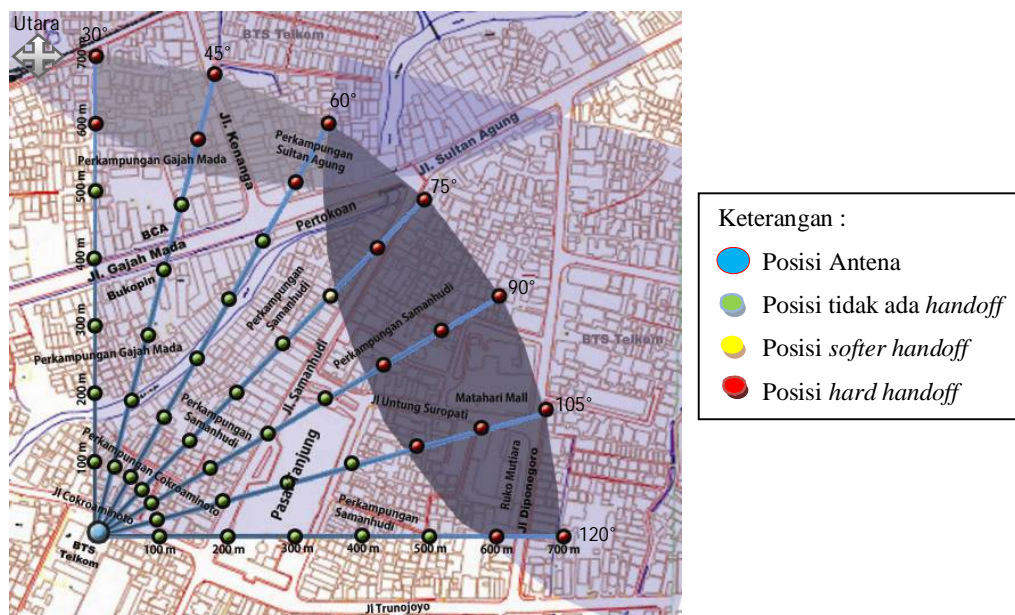
Error persen sama pada arah 30° dan 90° yaitu 27% pada jarak 500 m arah 120° yaitu 52%, pada titik ini adalah terdapat kerapatan bangunan toko dan gedung terletak di jalan raya umumnya yang padat lalu lintas. Kemudian pada jarak 200 m arah 105° *error* persen sebesar 50% pada titik ini di dalam rumah penduduk dan di depan (pasar tanjung) yang merupakan redaman obyek penghalang. *Error* persen paling besar pada jarak 700 m arah 120 derajat yaitu 54% karena pada titik ini adalah jarak maksimum penelitian dan terdapat kerapatan bangunan toko dan gedung di jalan raya Diponegoro yang padat lalu lintas. Kemudian pada jarak 700 m arah 75 derajat *error* persen sebesar 53%,

pada titik ini di keramaian pertigaan jalan raya Samanhudi yang banyak obyek penghalang (kendaraan) merupakan redaman bagi perambatan sinyal. Dan arah 45 derajat *error* persen sama sebesar 53%, karena di jalan raya Kenanga dan terdapat kerapatan/kepadatan rumah yang dapat membelokan perambatan sinyal. Dan *error* persen terkecil pada jarak 200 m arah 30° yaitu 24% pada titik ini terlihat langsung oleh peneliti pemancar BTS serta terdapat kerenggangan obyek penghalang (rumah penduduk) di kampung Gajah Mada. Dan pada arah 120° pada jarak 100 m yaitu 24% pada titik ini terletak di jalan raya Cokroaminoto yang dekat dengan pemancar BTS namun juga padat lalu lintas. (lihat Tabel 4.6).

4.6 Gambar Cakupan Wilayah BTS Cokroaminoto Sektor 1

Dari hasil perhitungan level daya terima dengan pengukuran (praktek). Diklasifikasikan dengan warna yang mengindikasikan sebab (pengaruh jarak dan obyek penghalang) serta terjadi *handoff* antara 2 sampai 3 sel. Namun kesemuanya titik ini bisa melakukan proses terima atau panggilan komunikasi dengan baik. 49 titik yang dijadikan lokasi MS mendapatkan daya terima yang memenuhi syarat untuk berkomunikasi [$L_{OH} \geq (\text{Sensitivitas} = -122,5 \text{ dBm})$].

Untuk membandingkan kedua hasil tersebut dapat digambarkan cakupan wilayah BTS Cokroaminoto sektor 1.



Gambar 4.1 Pengukuran titik lokasi tanpa *handoff*, *softer handoff*, *hard handoff*

Dari cakupan wilayah pengukuran level daya terima, dengan pengklasifikasian warna-warna mengindikasikan posisi *handoff*, dan warna merah merupakan kategori *hard handoff*, posisi MS terletak pada dua sampai tiga cakupan BTS Telkom secara bersama, warna kuning mengindikasikan kategori *softer handoff*, posisi MS diantara sel Cokroaminoto dan S.Parman yaitu: -86 dBm s/d -88 dBm (jarak 100 m); -96 dBm s/d -104 dBm (jarak 200 m); -96 dBm s/d -104 dBm (jarak 300 m); -107 dBm s/d -114 dBm (jarak 400 m); -107 dBm s/d -114 dBm (jarak 500 m); -114 dBm s/d -115 dBm (jarak 600 m); -115 dBm s/d -117,6 dBm (jarak 700 m) (Tabel 4.3).

Level daya terima yang paling banyak yaitu antara -96 dBm s/d -104 dBm 14 titik (pada arah 30°,45°,60°,75°,90°,105°, dan 120°), Sedangkan level daya terima -107 dBm s/d -114 dBm 14 titik (pada arah 30°,45°,60°,75°,90°,105°, dan 120°), dan level daya terima yang paling sedikit yaitu sebesar -86 dBm s/d -88 dBm sebanyak 7 titik (pada arah 30°,45°,60°,75°,90°,105°, dan 120°).

Pada Praktek pengukuran waktu pagi (Tabel 4.4) level daya terima yaitu: -69 dBm s/d -74 dBm sebanyak 21 titik. (Pada jarak 200 m arah 30°,45°,60°,75°, dan 120°), (jarak 300 m arah 30°,45°,60°,75°,90°,105°, dan 120°), jarak 400 m arah 45°,60°,75°,90°, dan 120°), (jarak 500 m 45°,60°,75°, dan 120°). Sedangkan level daya terima -60 dBm s/d -67 dBm sebanyak 9 titik. (Pada jarak 100 m arah 30°,45°,60°,75°,90°,105°, dan 120°), (jarak 200 m arah 90° dan 105°). Dan level daya terima -77 dBm s/d -82 dBm sebanyak 5 titik. (Pada jarak 400 m pada arah 30° dan 105°), (jarak 500 m pada arah 30°,90°, dan 105°).

Pada Praktek pengukuran waktu siang (Tabel 4.4) level daya terima yaitu: -70 dBm s/d -77 dBm sebanyak 17 titik. (Pada jarak 100 m arah 30°,45°,60°,75°,90°,105°, dan 120°), (jarak 200 m arah 45°,75°,90°, dan 105°), (jarak 300 m arah 45°,60°,75°,90°, dan 120°), (jarak 500 m arah 120°). Sedangkan level daya terima -78 dBm s/d -83 dBm sebanyak 11 titik. (Pada jarak 200 m arah 60° dan 120°), (jarak 300 m arah 30°). (Jarak 400 m arah 45°,60°,75°,90, dan 120°). (Jarak 500 m arah 45°,75°, dan 90°). Dan level daya

terima -85 dBm s/d -89 dBm sebanyak 7 titik. (Pada jarak 200 m arah 30°), (jarak 300 m arah 105°), (jarak 400 m arah 30° dan 105°), (jarak 500 m arah 30°, 60° dan 105°).

Pada Praktek pengukuran waktu malam (Tabel 4.4) level daya terima yaitu: -73 dBm s/d -79 dBm sebanyak 17 titik. (Pada jarak 200 m arah 30° dan 60°), (jarak 300 m arah 30°,45°,60°,75°,90°,dan 105°), (jarak 400 m arah 45°,60°,75°,90°,dan 120°), (jarak 500 m arah 45°,60°,75°,dan 90°). Sedangkan level daya terima -65 dBm s/d -72 dBm sebanyak 14 titik. (Pada jarak 100 m arah 30°,45°,60°,75°,90°,105°, dan 120°), (jarak 200 m arah 45°,75°,90°,105°, dan 120°), (jarak 300 m arah 120°, jarak 500 m arah 120°). Dan level daya terima -81 dBm s/d -86 dBm sebanyak 4 titik. (Pada jarak 400 m arah 30° dan 105°), (jarak 500 m arah 30° dan 105°).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. BTS Telkom di Cokroaminoto sangat baik daya pancar (Tx) nya sehingga faktor-faktor yang memengaruhi antara lain;
 - 1.1.Faktor daya yang baik (Tx) 19 watt;
 - 1.2.Cakupan (*coverage*) BTS Cokroaminoto yang maksimum hanya 600 m untuk jarak selebihnya telah dicakup oleh BTS Telkom yang lain yaitu BTS Kartini mengingat jarak kedua BTS ini hanya 1 km).
2. Model analisa Okumura Hata diterapkan pada sebuah kota di Tokyo yang secara kepadatan penduduk atau obyek halangan (*multipath*) berbeda. Maka dari itu diberikan faktor koreksi untuk macam perkotaan.
$$\alpha(h_m) = [1.1 \log_{10}(f_c)-0.7] \times h_m - [1.56 \times \log_{10}(f_c)-0.8].$$
3. Error persen paling besar pada jarak 700 m arah 120 derajat yaitu 54% karena pada titik ini adalah jarak maksimum penelitian dan terdapat kerapatan bangunan toko dan gedung di jalan raya Diponegoro yang padat lalu lintas. Kemudian pada jarak 700 m arah 75 derajat error persen sebesar 53%, pada titik ini di keramaian pertigaan jalan raya Samanhudi yang banyak obyek penghalang (kendaraan) merupakan redaman bagi perambatan sinyal. Dan arah 45 derajat error persen sama sebesar 53%, karena di jalan raya Kenanga dan terdapat kerapatan/kepadatan rumah yang dapat membelokan perambatan sinyal. Error persen terkecil pada jarak 200 m arah 30 derajat yaitu 24% pada titik ini terlihat langsung oleh peneliti pemancar BTS serta terdapat kerenggangan obyek penghalang (rumah penduduk) di kampung Gajah Mada. Dan pada arah 120 derajat pada jarak 100 m yaitu 24% pada titik ini terletak di jalan raya Cokroaminoto yang dekat dengan pemancar BTS namun juga padat lalu lintas (lihat Tabel 4.6).

4. Semua titik yang dijadikan sampel penelitian memenuhi syarat untuk melakukan proses komunikasi dimana [$L_{OH} \geq$ (Sensitivitas = -122,5 dBm)]. Dibuktikan pengukuran -60 dBm s/d -117,6 dBm.

5.2 Saran

Dari analisis model propagasi Okumura Hata yang diterapkan pada BTS Cokroaminoto sektor 1, maka peneliti menyampaikan beberapa saran berikut ini:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan pengukuran daya terima dan daya pancar dilakukan pada saat trafik komunikasi.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan alat dengan *software* dengan komponen kuat sinyal yang sudah tergabung di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

Martha Diany, 2008. Analisis Cakupan Wilayah BTS Kaliwates Sektor 1 PT. Indosat Cabang Jember Menggunakan Model Propagasi *Two Ray Ground*.

Motorola, 2002. CDMA/CDMA2000 1X RF Planning Guide, Motorola Incorporated: San Diego, USA.

QUALCOMM, 2003. CDMA2000 1x RC1 & RC2, QUALCOMM Incorporated: San Diego, USA.

John Crisp, Barry Elliot, 2008. Serat Optik Sebuah Pengantar.

Saludin Muis, 2010. Sistem CDMA Berdasarkan Standar CDMA IS95, Graha Ilmu: Yogyakarta.

Rio Ridha Ariesty, tidak ada tahun. Koneksi Jaringan Antar Sekolah Menggunakan Teknologi *Wireless*. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: aries@student.eepis-its.edu

Internet

<http://www.stttelkom.ac.id>

<http://www.wikipedia.com>

<http://www.te.ugm.ac.id>

<http://herlambangprasetyo.blogspot.com/2011/10/pengertian-diksi-kalimat-efektif.html>

LAMPIRAN A. PERHITUNGAN DAYA TERIMA DAN ERROR PERSEN

Dirumuskan sebagai berikut :

$$L_{OH} = 69,55 + 26,16 \log (f_c) - 13,82 \log (H_b) - H_m + [44,9 - 6,55 \log (H_b)] \log r$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan faktor koreksi } \alpha(h_m) &= [1,1 \log_{10}(800) - 0,7] \times 1,7 - [1,56 \times \log_{10}(800) - 0,8] \\ &= 0,51 \end{aligned}$$

1.1 Menghitung Pada Arah 30°

a. Diketahui :

$$r = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$H_b = 57 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -87,32 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log (800) - 13,82 \log (57) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 57) \log \\ &\quad 0,1 \\ &= 145,494 - 24,266 - 0,15 + (44,9 - 11,501) \times (-1) \\ &= 120,719 - 33,399 = -87,32 \text{ dBm} \end{aligned}$$

b. Diketahui :

$$r = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$$

$$H_b = 57 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -97,406 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log (800) - 13,82 \log (57) - 0,51 + [44,9 - 6,055 \log (57)] \\ &\quad \log 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 145,494 - 24,266 - 0,15 + 33,399 \times (-0,698) \\
&= 120,719 - 23,312 = -97,406 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

c. Diketahui :

$$r = 300 \text{ m} = 0,3 \text{ km}$$

$$H_b = 50 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -103,877 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(50) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 50) \log \\
&\quad 0,3 \\
&= 145,494 - 23,479 - 0,51 + 33,771 \times (-0,522) \\
&= 121,505 - 17,628 = -103,877 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

d. Diketahui :

$$r = 400 \text{ m} = 0,4 \text{ km}$$

$$H_b = 45 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -108,611 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(45) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 45) \log \\
&\quad 0,4 \\
&= 145,494 - 22,847 - 0,51 + 34,071 \times (-0,397) \\
&= 122,137 - 13,526 = -108,611 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

e. Diketahui :

$$r = 500 \text{ m} = 0,5 \text{ km}$$

$$H_b = 45 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -122 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(45) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 45) \log \\ &\quad 0,5 \\ &= 145,494 - 22,847 - 0,51 + 34,071 \times (-0,3) \\ &= 122,137 - 10,256 = -122 \text{ dBm} \end{aligned}$$

1.2 Menghitung Pada Arah 45°

a. Diketahui :

$$r = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$H_b = 66 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -86,8 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(66) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 66) \\ &\quad \log 0,1 \\ &= 145,494 - 25,146 - 0,51 + 32,982 \times (-1) \\ &= 119,838 - 32,982 = -86,8 \text{ dBm} \end{aligned}$$

b. Diketahui :

$$r = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$$

$$H_b = 66 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -96,8 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(66) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 66) \\ &\quad \log 0,2 \\ &= 145,494 - 25,146 - 0,51 + 32,98 \times (-0,698) \\ &= 119,838 - 23,02 = -96,8 \text{ dBm} \end{aligned}$$

c. Diketahui :

$$r = 300 \text{ m} = 0,3 \text{ km}$$

$$H_b = 61 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -102,9 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(61) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 61) \\ &\quad \log 0,3 \\ &= 145,494 - 24,673 - 0,51 + 33,206 \times (-0,522) \\ &= 120,311 - 17,333 = -102,9 \text{ dBm} \end{aligned}$$

d. Diketahui :

$$r = 400 \text{ m} = 0,4 \text{ km}$$

$$H_b = 45 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -108,611 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log (800) - 13,82 \log (45) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 45) \\
&\quad \log 0,4 \\
&= 145,494 - 22,847 - 0,51 + 34,071 \times (-0,397) \\
&= 122,137 - 13,526 = -108,611 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

e. Diketahui :

$$r = 500 \text{ m} = 0,5 \text{ km}$$

$$H_b = 45 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -122 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log (800) - 13,82 \log (45) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 45) \log \\
&\quad 0,5 \\
&= 145,494 - 22,847 - 0,51 + 34,071 \times (-0,3) \\
&= 122,137 - 10,256 = -122 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

1.3 Menghitung Pada Arah 60°

a. Diketahui :

$$r = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$H_b = 66 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -87,375 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log (800) - 13,82 \log (56) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 56) \\
&\quad \log 0,1 \\
&= 145,494 - 24,159 - 0,51 + 33,45 \times (-1) \\
&= 120,825 - 33,45 = -87,375 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

b. Diketahui :

$$r = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$$

$$H_b = 67 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -96,784 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(67) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 67) \\ &\quad \log 0,2 \\ &= 145,494 - 25,236 - 0,51 + 32,9 \times (-0,698) \\ &= 119,748 - 22,964 = -96,784 \text{ dBm} \end{aligned}$$

c. Diketahui :

$$r = 300 \text{ m} = 0,3 \text{ km}$$

$$H_b = 54 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -103,5 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(54) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 54) \\ &\quad \log 0,3 \\ &= 145,494 - 23,941 - 0,51 + 33,5 \times (-0,522) \\ &= 121,043 - 17,487 = -103,5 \text{ dBm} \end{aligned}$$

d. Diketahui :

$$r = 400 \text{ m} = 0,4 \text{ km}$$

$$H_b = 61 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -107 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(61) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 61) \\ &\quad \log 0,4 \\ &= 145,494 - 24,673 - 0,51 + 33,206 \times (-0,397) \\ &= 120,311 - 13,182 = -107 \text{ dBm} \end{aligned}$$

e. Diketahui :

$$r = 500 \text{ m} = 0,5 \text{ km}$$

$$H_b = 61 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -110 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(61) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 61) \\ &\quad \log 0,5 \\ &= 145,494 - 24,673 - 0,51 + 33,206 \times (-0,3) \\ &= 120,311 - 9,96 = -110 \text{ dBm} \end{aligned}$$

1.4. Menghitung Pada Arah 75°

a. Diketahui :

$$r = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$H_b = 47 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -87,9 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(47) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 47) \\
&\quad \log 0,1 \\
&= 145,494 - 23,108 - 0,51 + 33,947 \times (-1) \\
&= 121,876 - 33,947 = -87,9 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

b. Diketahui :

$$r = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$$

$$H_b = 58 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -97 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(58) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 58) \\
&\quad \log 0,2 \\
&= 145,494 - 24,37 - 0,51 + 33,349 \times (-0,698) \\
&= 120,614 - 23,277 = -97 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

c. Diketahui :

$$r = 300 \text{ m} = 0,3 \text{ km}$$

$$H_b = 47 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -103 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(47) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 47) \\
&\quad \log 0,3 \\
&= 145,494 - 23,108 - 0,51 + 33,947 \times (-0,522) \\
&= 120,614 - 17,42 = -103 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

d. Diketahui :

$$r = 400 \text{ m} = 0,4 \text{ km}$$

$$H_b = 42 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -108,9 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(42) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 42) \\ &\quad \log 0,4 \\ &= 145,494 - 22,433 - 0,51 + 34,267 \times (-0,397) \\ &= 122,551 - 13,6 = -108,9 \text{ dBm} \end{aligned}$$

e. Diketahui :

$$r = 500 \text{ m} = 0,5 \text{ km}$$

$$H_b = 42 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -112 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(42) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 42) \\ &\quad \log 0,5 \\ &= 145,494 - 22,433 - 0,51 + 34,267 \times (-0,3) \\ &= 122,551 - 10,28 = -112 \text{ dBm} \end{aligned}$$

1.5. Menghitung Pada Arah 90°

a. Diketahui :

$$r = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$H_b = 55 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -87 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(55) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 55) \\ &\quad \log 0,1 \\ &= 145,494 - 24,052 - 0,51 + 33,5 (-1) \\ &= 120,932 - 33,5 = -87 \text{ dBm} \end{aligned}$$

b. Diketahui :

$$r = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$$

$$H_b = 55 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -97,5 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(55) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 55) \\ &\quad \log 0,2 \\ &= 145,494 - 24,052 - 0,51 + 33,5 \times (-0,698) \\ &= 120,932 - 23,383 = -97,5 \text{ dBm} \end{aligned}$$

c. Diketahui :

$$r = 300 \text{ m} = 0,3 \text{ km}$$

$$H_b = 50 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -103,8 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(50) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 50) \\ &\quad \log 0,3 \\ &= 145,494 - 23,479 - 0,51 + 33,77 \times (-0,522) \end{aligned}$$

$$= 121,5 - 17,627 = -103,8 \text{ dBm}$$

d. Diketahui :

$$r = 400 \text{ m} = 0,4 \text{ km}$$

$$H_b = 50 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -108 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(50) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 50) \\ &\quad \log 0,4 \\ &= 145,494 - 23,479 - 0,51 + 33,77 \times (-0,397) \\ &= 121,5 - 13,41 = -108 \text{ dBm} \end{aligned}$$

e. Diketahui :

$$r = 500 \text{ m} = 0,5 \text{ km}$$

$$H_b = 39 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -144 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(39) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 39) \\ &\quad \log 0,5 \\ &= 145,494 - 20 - 0,51 + 34,478 \times (-0,3) \\ &= 124,984 - 10,343 = -144 \text{ dBm} \end{aligned}$$

1.6. Menghitung Pada Arah 105°

a. Diketahui :

$$r = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$H_b = 50 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -87,7 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(50) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 50) \\ &\quad \log 0,1 \\ &= 145,494 - 23,479 - 0,51 + 33,77 \times (-1) \\ &= 121,5 - 33,77 = -87,7 \text{ dBm} \end{aligned}$$

b. Diketahui :

$$r = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$$

$$H_b = 54 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -97,5 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(54) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 54) \\ &\quad \log 0,2 \\ &= 145,494 - 24 - 0,51 + 33,5 \times (-0,698) \\ &= 120,984 - 23,4 = -97,5 \text{ dBm} \end{aligned}$$

c. Diketahui :

$$r = 300 \text{ m} = 0,3 \text{ km}$$

$$H_b = 56 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -103,34 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(56) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 56) \\
&\quad \log 0,3 \\
&= 145,494 - 24,16 - 0,51 + 33,45 \times (-0,522) \\
&= 120,8 - 17,46 = -103,34 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

d. Diketahui :

$$r = 400 \text{ m} = 0,4 \text{ km}$$

$$H_b = 51 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -108 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(51) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 51) \\
&\quad \log 0,4 \\
&= 145,494 - 23,59 - 0,51 + 33,715 \times (-0,397) \\
&= 121,394 - 13,384 = -108 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

e. Diketahui :

$$r = 500 \text{ m} = 0,5 \text{ km}$$

$$H_b = 54 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -111 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned}
L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(54) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 54) \\
&\quad \log 0,5 \\
&= 145,494 - 24 - 0,51 + 33,5 \times (-0,3) \\
&= 121 - 10 = -111 \text{ dBm}
\end{aligned}$$

1.7. Menghitung Pada Arah 120°

a. Diketahui :

$$r = 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km}$$

$$H_b = 54 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -87,5 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(54) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 54) \\ &\quad \log 0,1 \\ &= 145,494 - 24 - 0,51 + 33,5 \times (-1) \\ &= 121 - 33,5 = -87,5 \text{ dBm} \end{aligned}$$

b. Diketahui :

$$r = 200 \text{ m} = 0,2 \text{ km}$$

$$H_b = 62 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -97 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(62) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 62) \\ &\quad \log 0,2 \\ &= 145,494 - 24,771 - 0,51 + 33,159 \times (-0,698) \\ &= 120,213 - 23,145 = -97 \text{ dBm} \end{aligned}$$

c. Diketahui :

$$r = 300 \text{ m} = 0,3 \text{ km}$$

$$H_b = 56 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -103,34 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(56) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 56) \\ &\quad \log 0,3 \\ &= 145,494 - 24,16 - 0,51 + 33,45 \times (-0,522) \\ &= 120,8 - 17,46 = -103,34 \text{ dBm} \end{aligned}$$

d. Diketahui :

$$r = 400 \text{ m} = 0,4 \text{ km}$$

$$H_b = 55 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -107,7 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(55) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 55) \\ &\quad \log 0,4 \\ &= 145,494 - 24,05 - 0,51 + 33,5 \times (-0,397) \\ &= 121 - 13,299 = -107,7 \text{ dBm} \end{aligned}$$

e. Diketahui :

$$r = 500 \text{ m} = 0,5 \text{ km}$$

$$H_b = 55 \text{ m}$$

$$H_m = 1,7 \text{ m}$$

$$f_c = 800 \text{ MHz}$$

$$H_m = 0,51$$

Ditanya :

$$L_{OH} = -111 \text{ dBm}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} L_{OH} &= 69,55 + 26,16 \log(800) - 13,82 \log(55) - 0,51 + (44,9 - 6,55 \log 55) \\ &\quad \log 0,5 \end{aligned}$$

$$= 145,494 - 24,05 - 0,51 + 33,5 \times (-0,3)$$

$$= 121 - 10,05 = -111 \text{ dBm}$$

2. Data Perhitungan Error Persen

Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{\text{Hperhitungan} - \text{Hpraktek}}{\text{Hpraktek}} \right| \times 100\%$$

2.1 Pada arah 30°

- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-87,32 + 68,666}{-68,666} \right| = 27 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-97,406 + 78,666}{78,666} \right| = 24 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-103,877 + 76}{76} \right| = 37 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-108,611 + 84,333}{84,333} \right| = 29 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-112 + 84,333}{84,333} \right| = 33 \%$$

2.2 Pada arah 45°

- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-86,8 + 69,333}{69,333} \right| = 25 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-96,8 + 71,333}{71,333} \right| = 36 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-102,9 + 73,333}{73,333} \right| = 40 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-108,611 + 74,666}{74,666} \right| = 45 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-112 + 76,333}{76,333} \right| = 47 \%$$

2.3 Pada arah 60°

- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-87,375 + 68}{68} \right| = 28 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-96,784 + 73,666}{73,666} \right| = 31 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-103,5 + 73,333}{73,333} \right| = 41 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-107 + 74,666}{74,666} \right| = 43 \%$$
- $$\text{Error (\%)} = \left| \frac{-110 + 77}{77} \right| = 43 \%$$

2.4 Pada arah 75°

$$\text{a. Error (\%)} = \left| \frac{-87,9 + 68,666}{68,666} \right| = 28 \%$$

$$\text{b. Error (\%)} = \left| \frac{-97 + 71,333}{71,333} \right| = 36 \%$$

$$\text{c. Error (\%)} = \left| \frac{-103 + 73,333}{73,333} \right| = 40 \%$$

$$\text{d. Error (\%)} = \left| \frac{-108,9 + 74,666}{74,666} \right| = 46 \%$$

$$\text{e. Error (\%)} = \left| \frac{-112 + 76,333}{76,333} \right| = 47 \%$$

2.5 Pada arah 90°

$$\text{a. Error (\%)} = \left| \frac{-87 + 68,333}{68,333} \right| = 27 \%$$

$$\text{b. Error (\%)} = \left| \frac{-97,5 + 69,333}{69,333} \right| = 41 \%$$

$$\text{c. Error (\%)} = \left| \frac{-103,8 + 72,666}{72,666} \right| = 43 \%$$

$$\text{d. Error (\%)} = \left| \frac{-108 + 74,666}{74,666} \right| = 45 \%$$

$$\text{e. Error (\%)} = \left| \frac{-114 + 72,666}{72,666} \right| = 43 \%$$

2.6 Pada arah 105°

$$\text{a. Error (\%)} = \left| \frac{-87,7 + 65,333}{65,333} \right| = 34 \%$$

$$\text{b. Error (\%)} = \left| \frac{-97,5 + 65}{65} \right| = 50 \%$$

$$\text{c. Error (\%)} = \left| \frac{-103,34 + 79}{79} \right| = 31 \%$$

$$\text{d. Error (\%)} = \left| \frac{-108 + 83}{83} \right| = 30 \%$$

$$\text{e. Error (\%)} = \left| \frac{-111 + 85,666}{85,666} \right| = 29 \%$$

2.7 Pada arah 120°

$$\text{a. Error (\%)} = \left| \frac{-87,5 + 70,333}{70,333} \right| = 24 \%$$

$$\text{b. Error (\%)} = \left| \frac{-97 + 73,333}{73,333} \right| = 32 \%$$

$$\text{c. Error (\%)} = \left| \frac{-103,34 + 72,666}{72,666} \right| = 42 \%$$

$$\text{d. Error (\%)} = \left| \frac{-107,7 + 76,333}{76,333} \right| = 41 \%$$

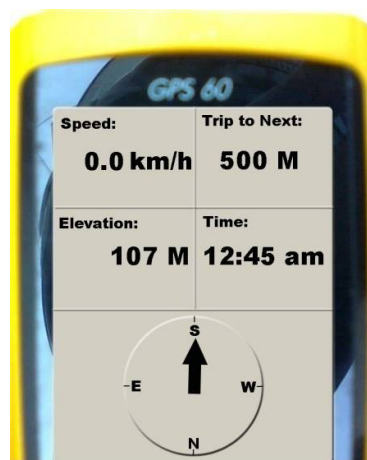
$$\text{e. Error (\%)} = \left| \frac{-111 + 73}{73} \right| = 52 \%$$

LAMPIRAN B. DATA PRAKTEK JARAK DAN ELEVASI

Arah 30°



Arah 45°



Arah 60°



Arah 75°



Arah 90°



Arah 105°



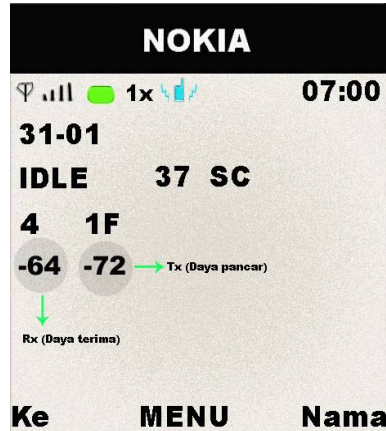
Arah 120°



LAMPIRAN C. DATA PRAKTEK DAYA TERIMA

C.1 Waktu Pagi Arah 30°

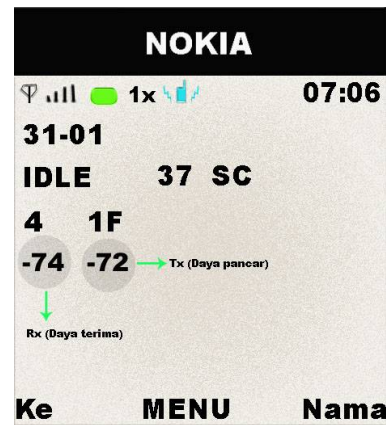
a. Jarak 100 m



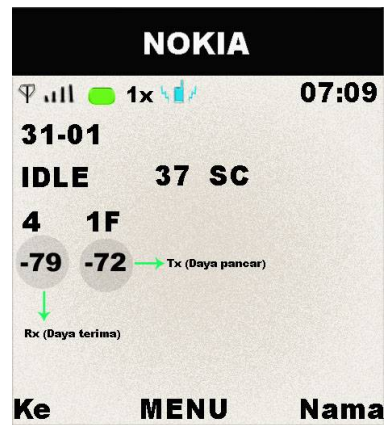
b. Jarak 200 m



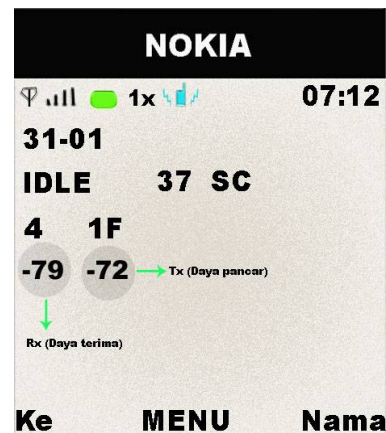
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

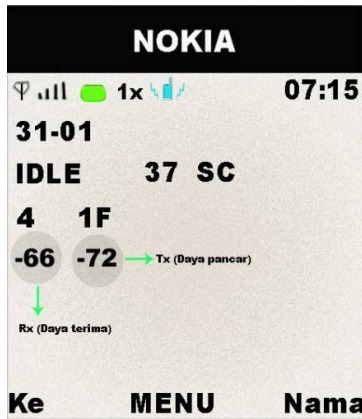


e. Jarak 500 m

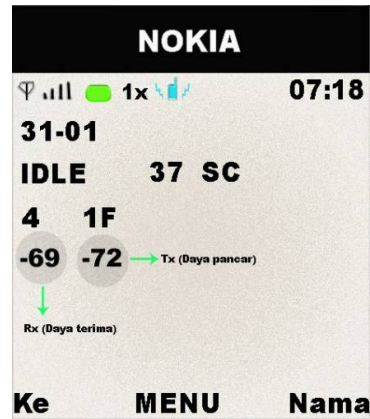


C.2 Waktu Pagi Arah 45°

a. Jarak 100 m



b. Jarak 200 m



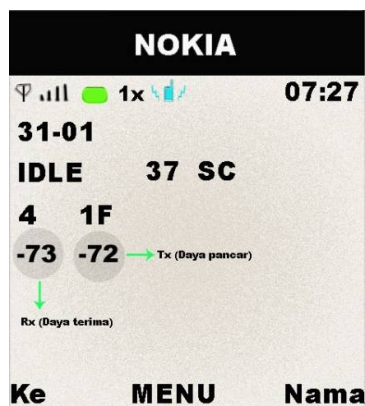
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m



e. Jarak 500 m

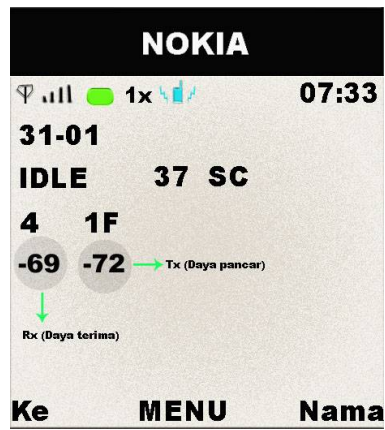


C.3 Waktu Pagi Arah 60°

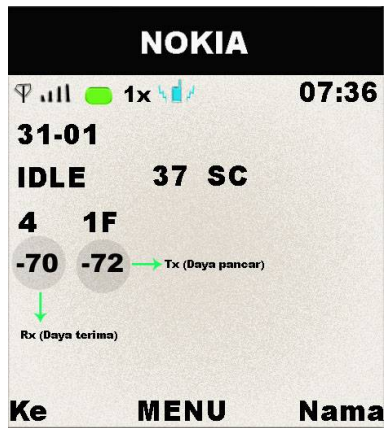
a. Jarak 100 m



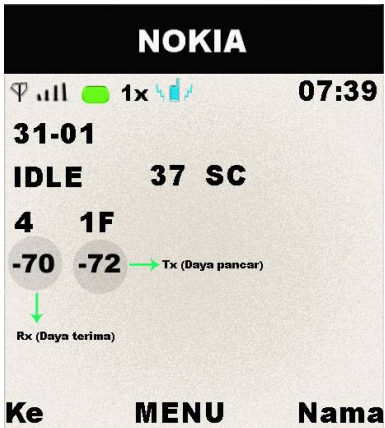
b. Jarak 200 m



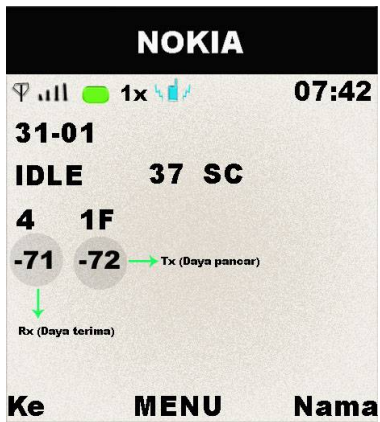
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

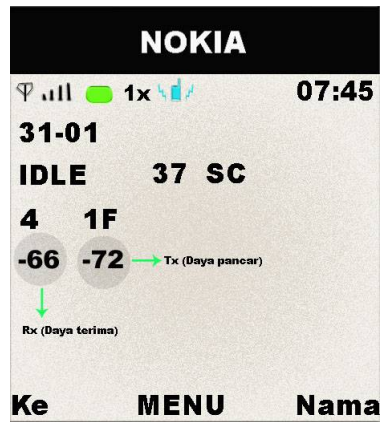


e. Jarak 500 m

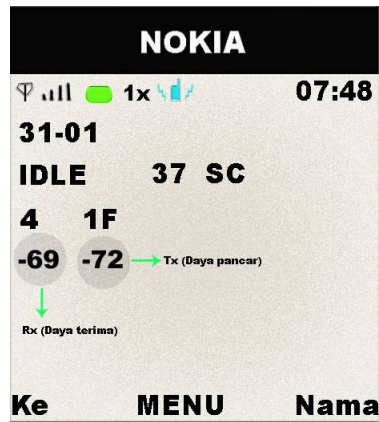


C.4 Waktu Pagi Arah 75°

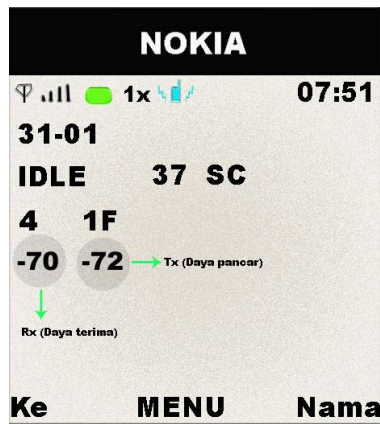
a. Jarak 100 m



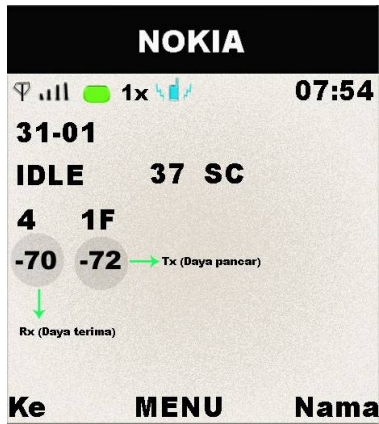
b. Jarak 200 m



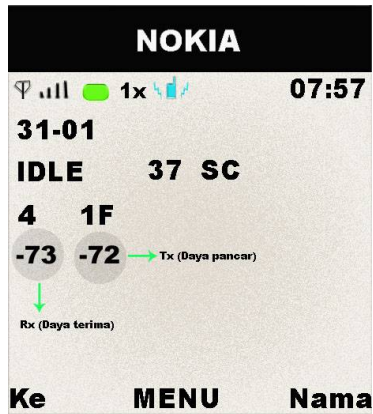
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m



e. Jarak 500 m

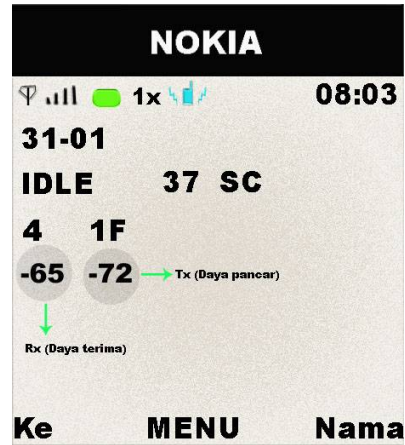


C.5 Waktu Pagi Arah 90°

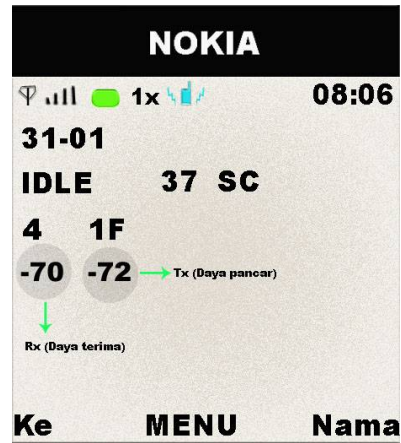
a. Jarak 100 m



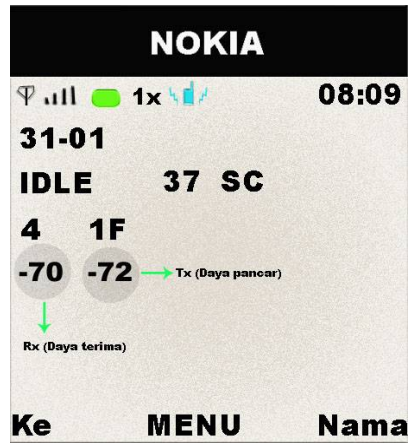
b. Jarak 200 m



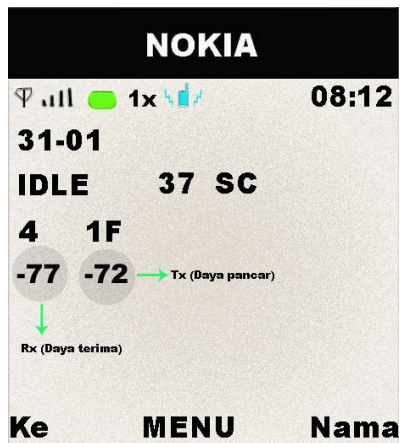
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

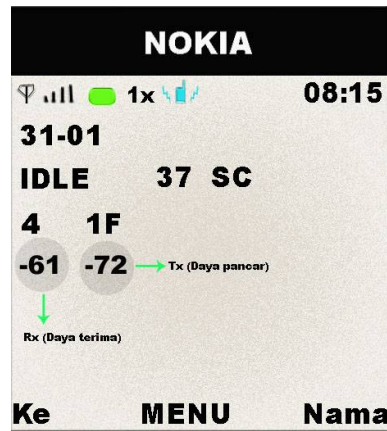


e. Jarak 500 m

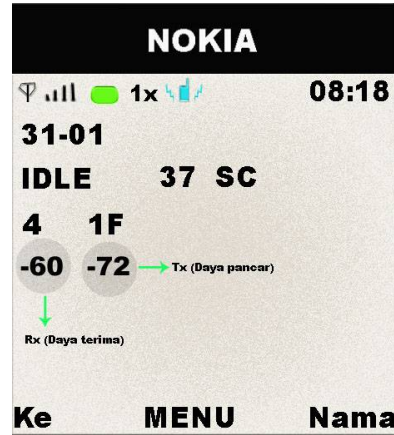


C.6 Waktu Pagi Arah 105°

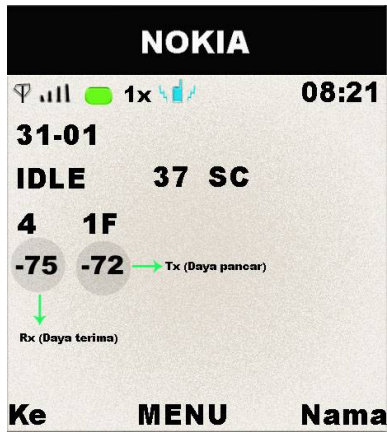
a. Jarak 100 m



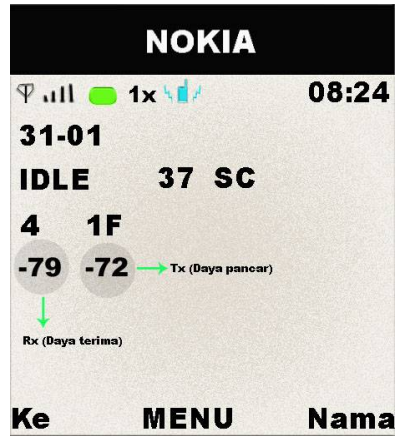
b. Jarak 200 m



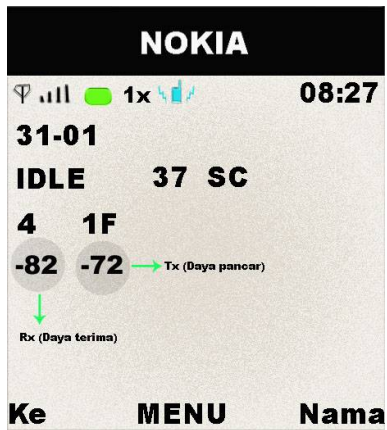
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

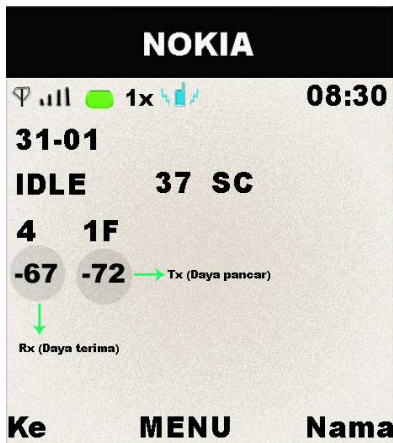


e. Jarak 500 m

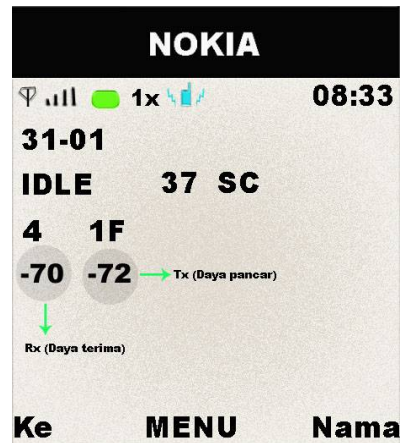


C.7 Waktu Pagi Arah 120°

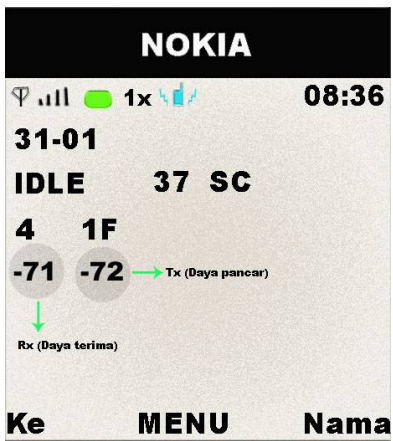
a. Jarak 100 m



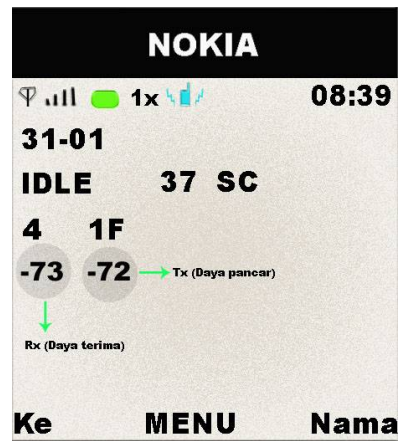
b. Jarak 200 m



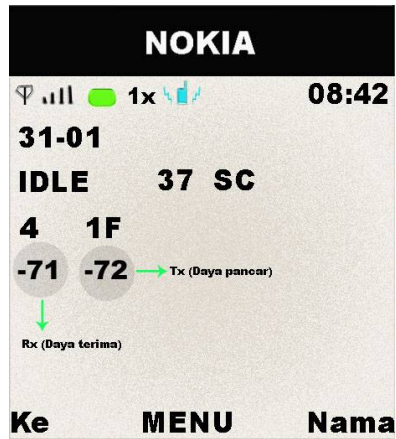
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

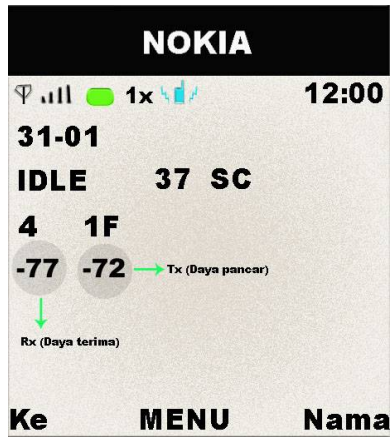


e. Jarak 500 m

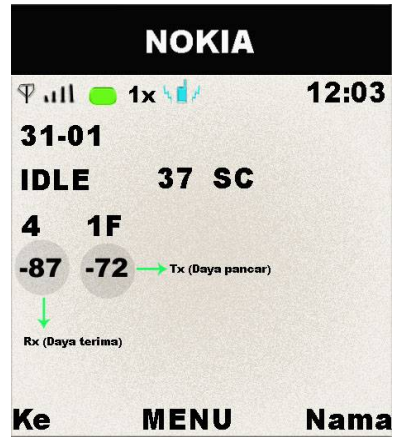


C.8 Waktu Siang Arah 30°

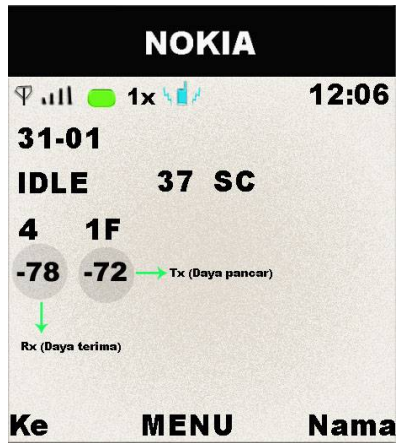
a. Jarak 100 m



b. Jarak 200 m



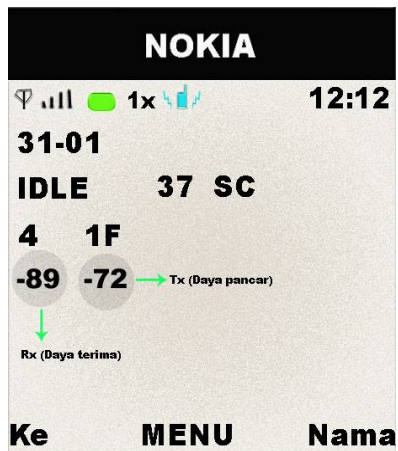
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

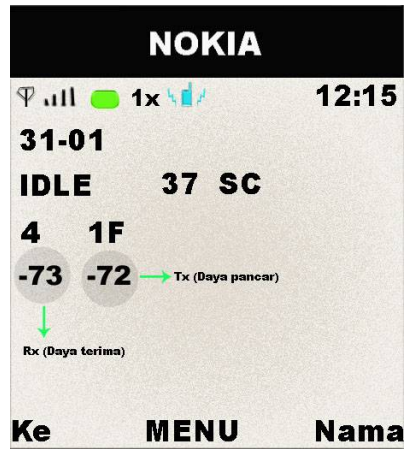


e. Jarak 500 m

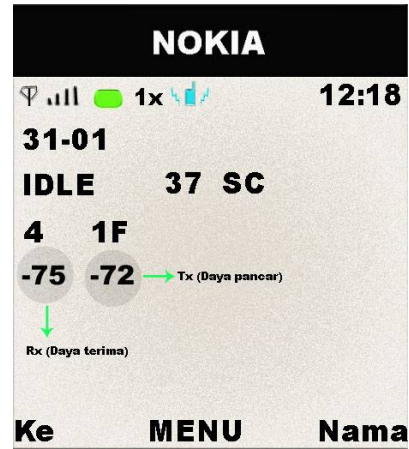


C.9 Waktu Siang Arah 45°

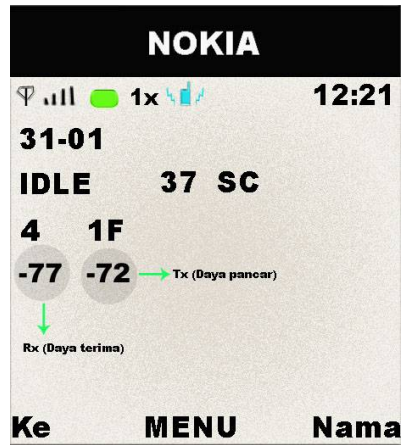
a. Jarak 100 m



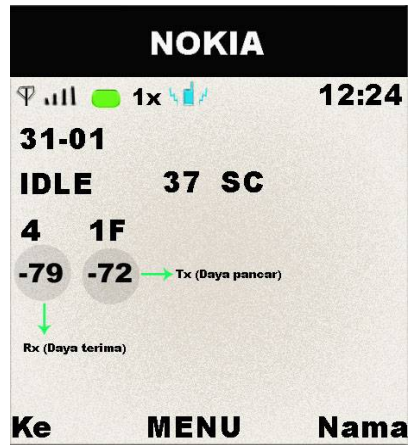
b. Jarak 200 m



c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

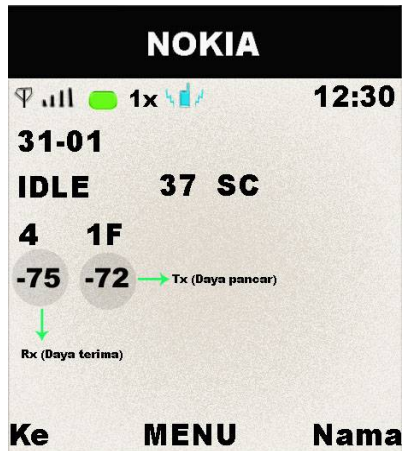


e. Jarak 500 m

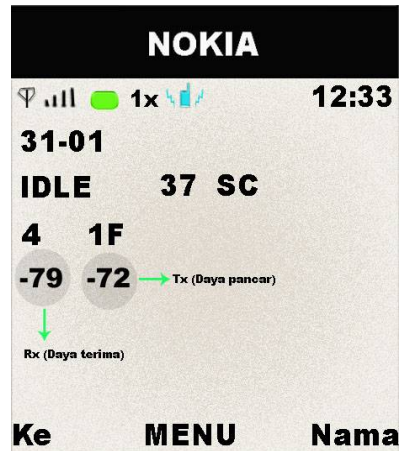


C.10 Waktu Siang Arah 60°

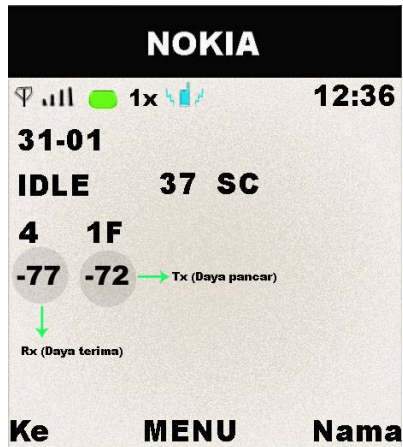
a. Jarak 100 m



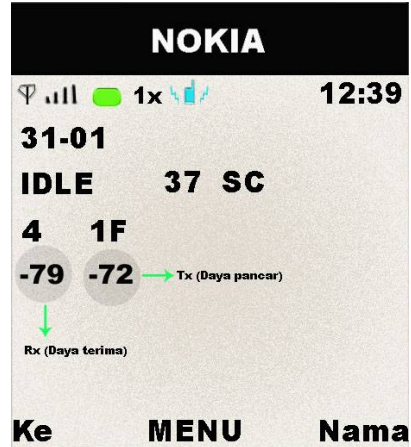
b. Jarak 200 m



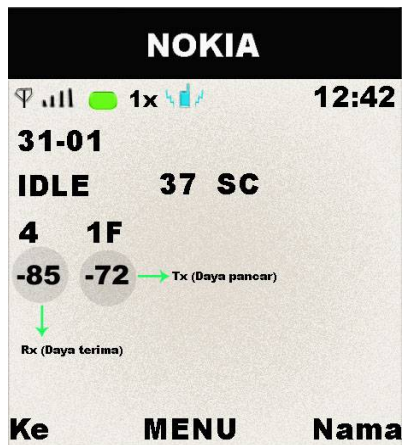
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m



e. Jarak 500 m

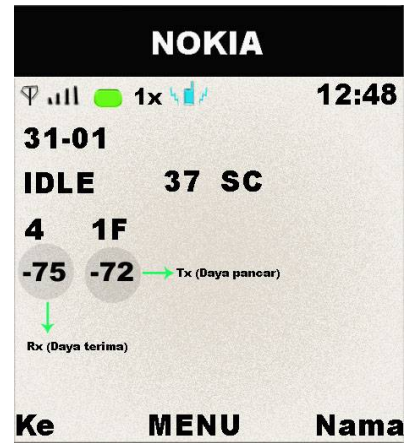


C.11 Waktu Siang Arah 75°

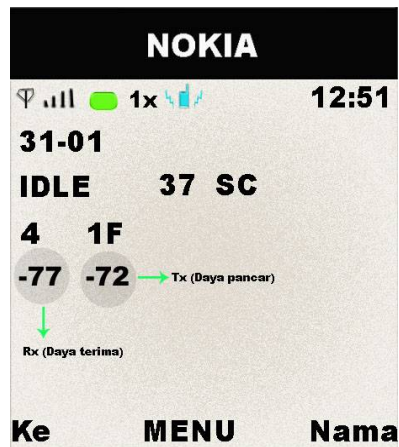
a. Jarak 100 m



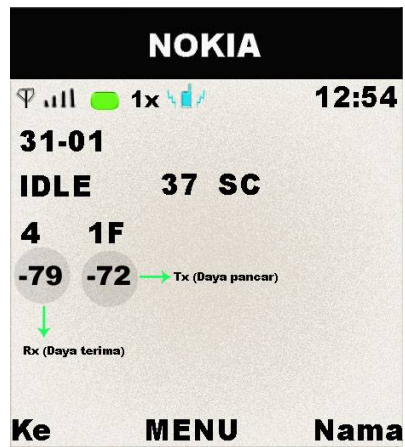
b. Jarak 200 m



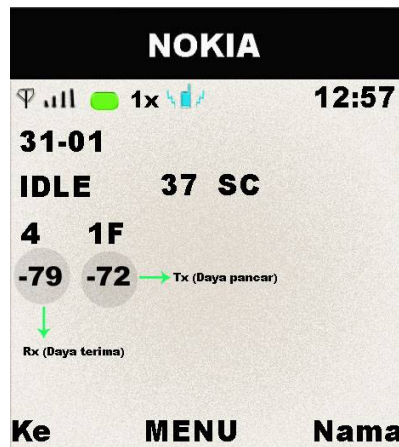
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

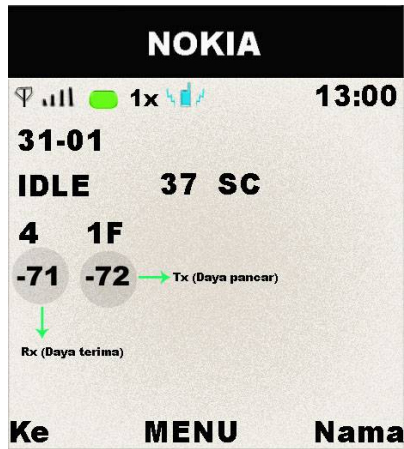


e. Jarak 500 m

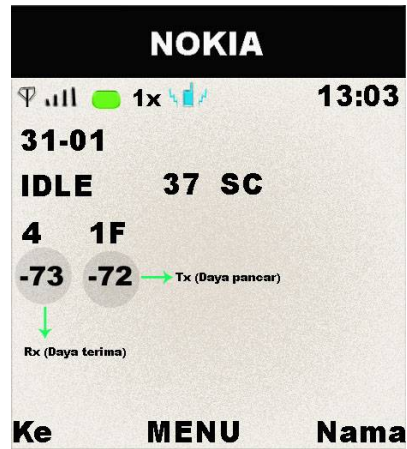


C.12 Waktu Siang Arah 90°

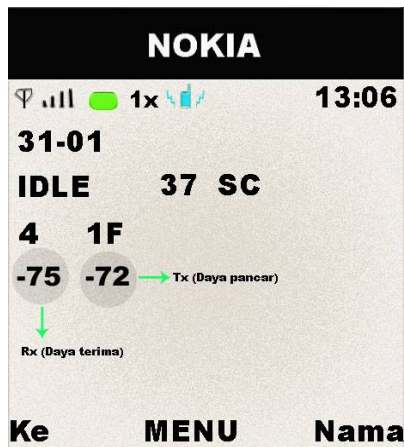
a. Jarak 100 m



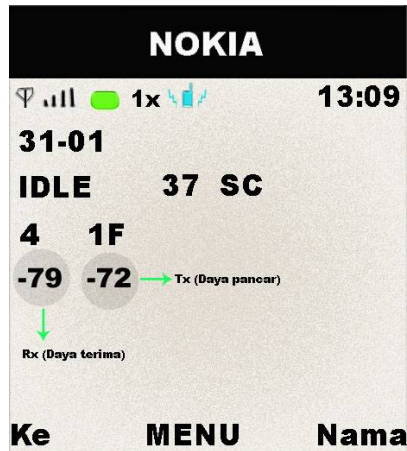
b. Jarak 200 m



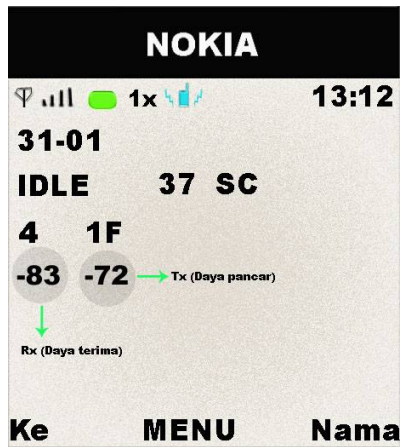
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m



e. Jarak 500 m

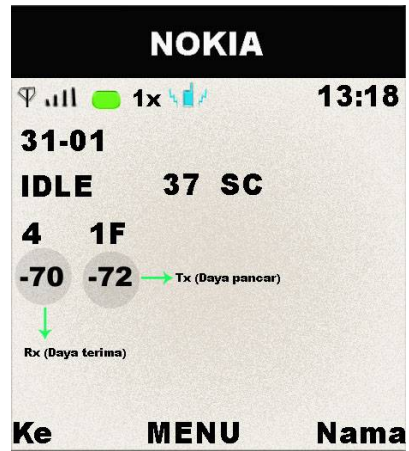


C.13 Waktu Siang Arah 105°

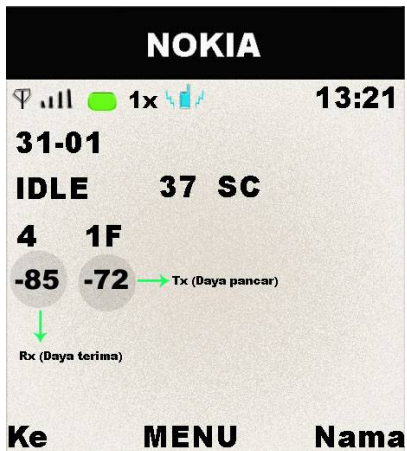
a. Jarak 100 m



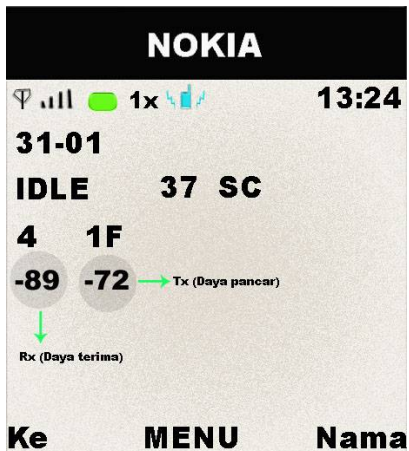
b. Jarak 200 m



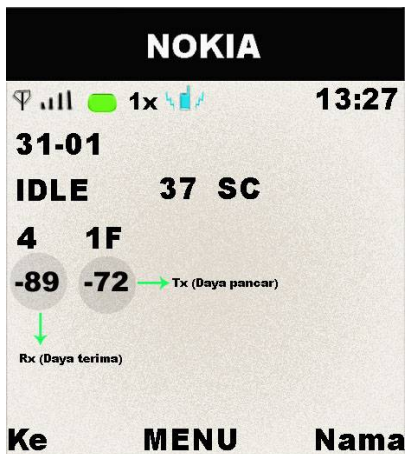
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

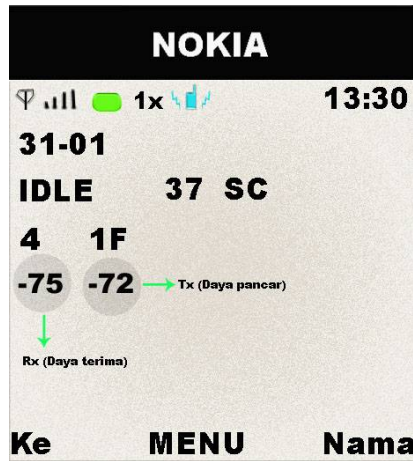


e. Jarak 500 m

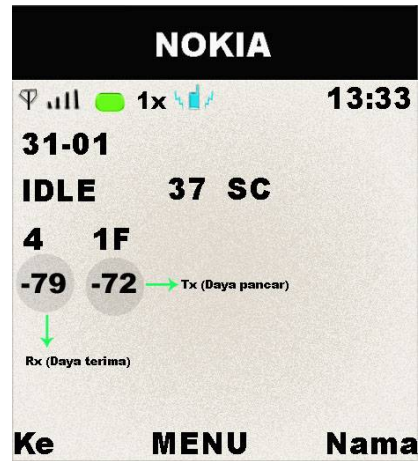


C.14 Waktu Siang Arah 120°

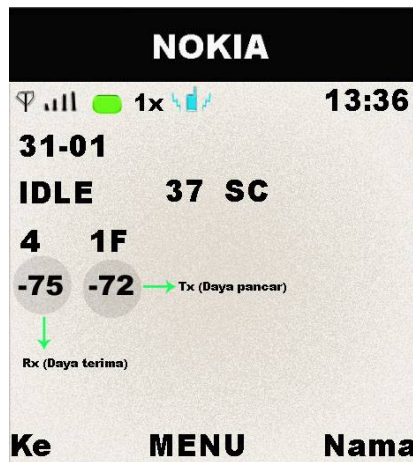
a. Jarak 100 m



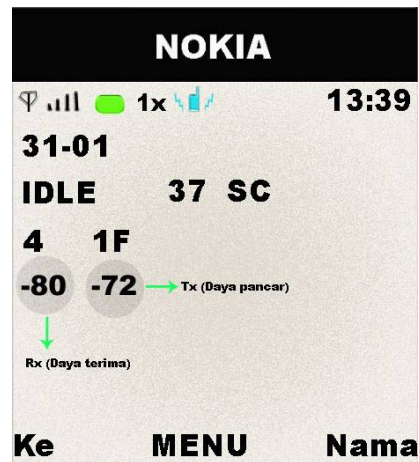
b. Jarak 200 m



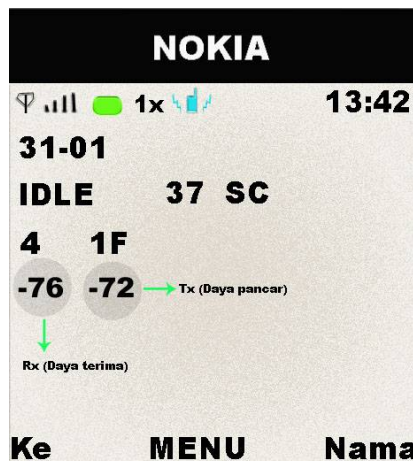
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

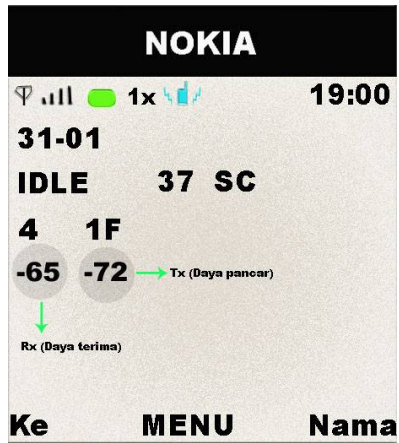


e. Jarak 500 m



C.15 Waktu Malam Arah 30°

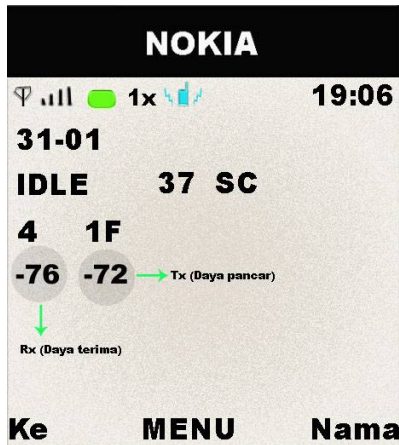
a. Jarak 100 m



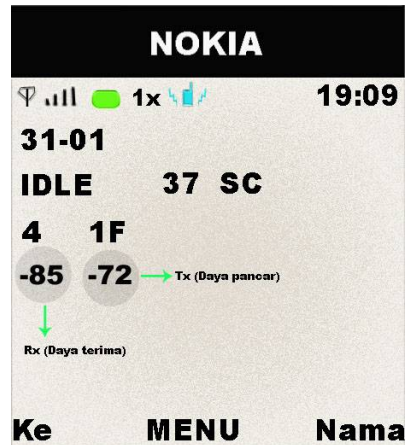
b. Jarak 200 m



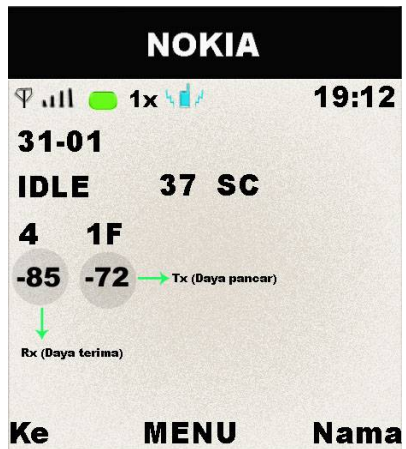
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

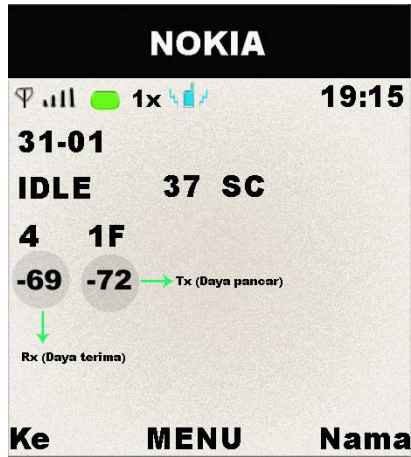


e. Jarak 500 m

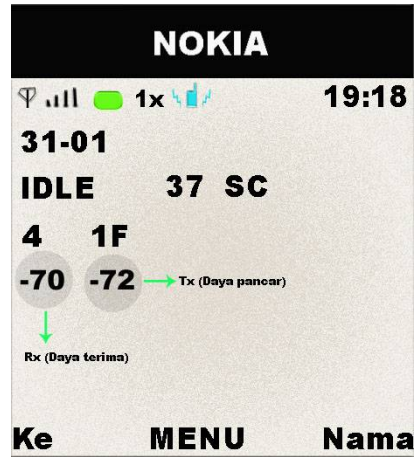


C.16 Waktu Malam Arah 45°

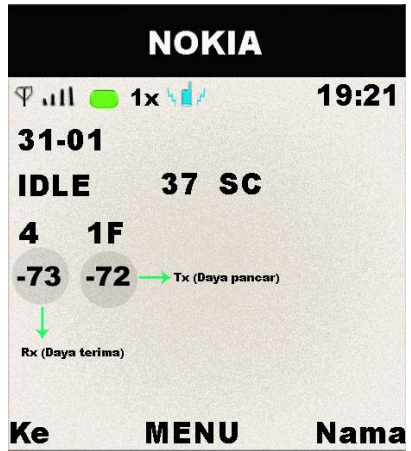
a. Jarak 100 m



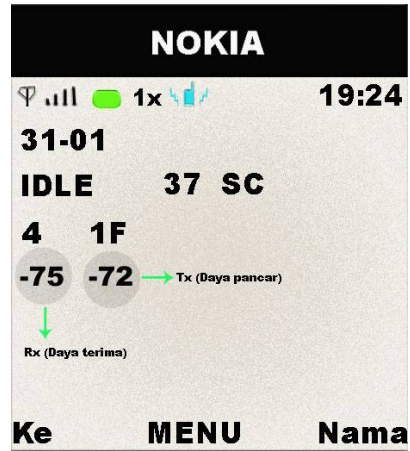
b. Jarak 200 m



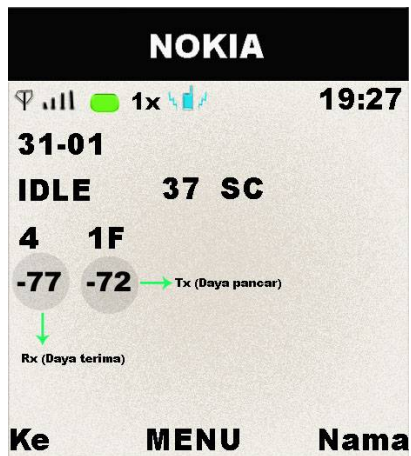
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m



e. Jarak 500 m

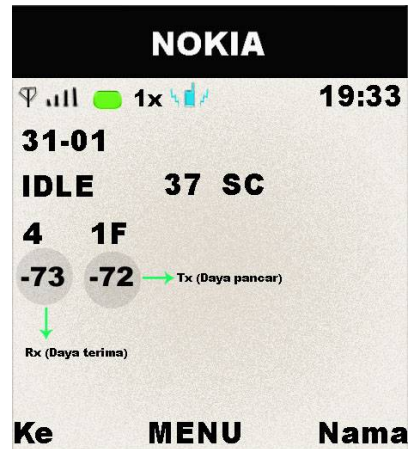


C.17 Waktu Malam Arah 60°

a. Jarak 100 m



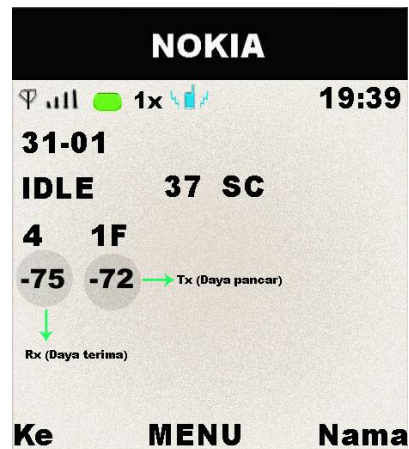
b. Jarak 200 m



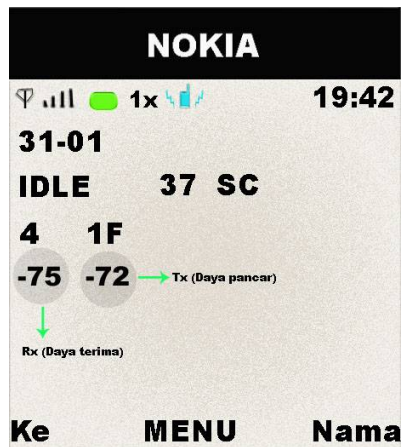
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m



e. Jarak 500 m



C.18 Waktu Malam Arah 75°

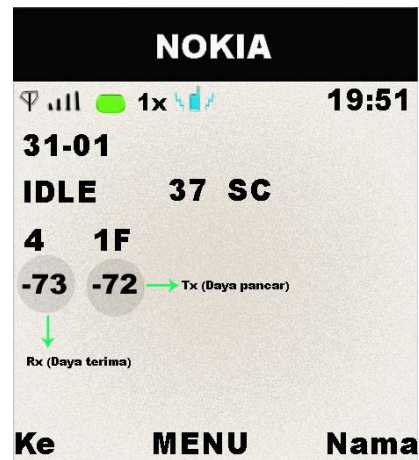
a. Jarak 100 m



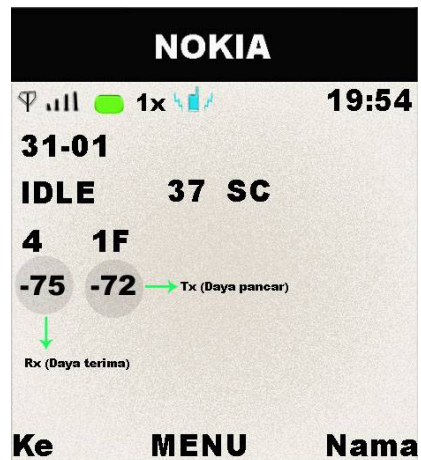
b. Jarak 200 m



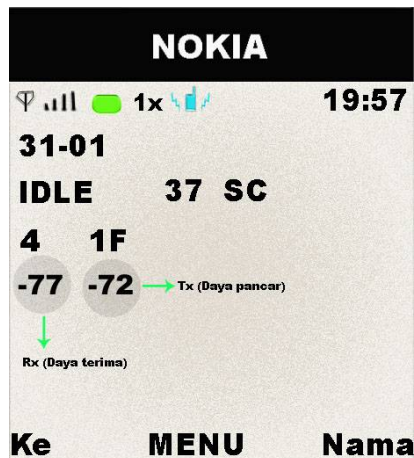
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

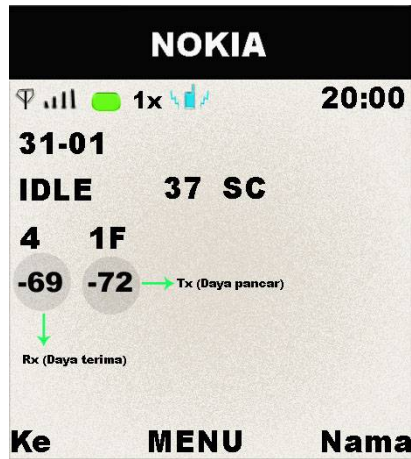


e. Jarak 500 m



C.19 Waktu Malam Arah 90°

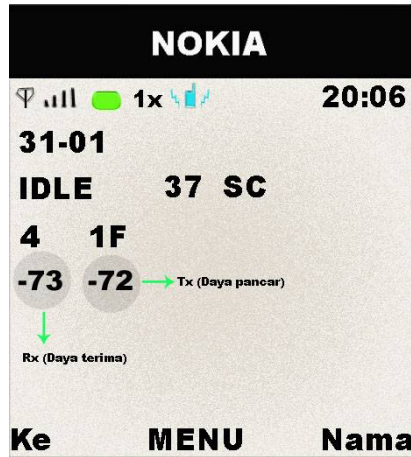
a. Jarak 100 m



b. Jarak 200 m



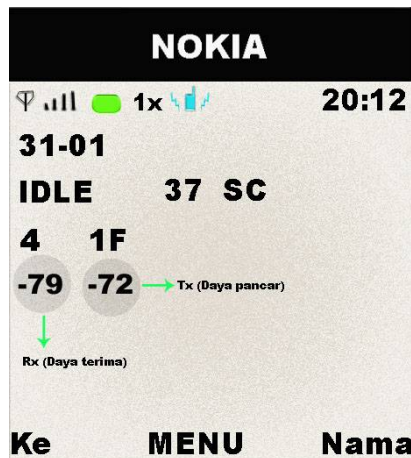
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m



e. Jarak 500 m

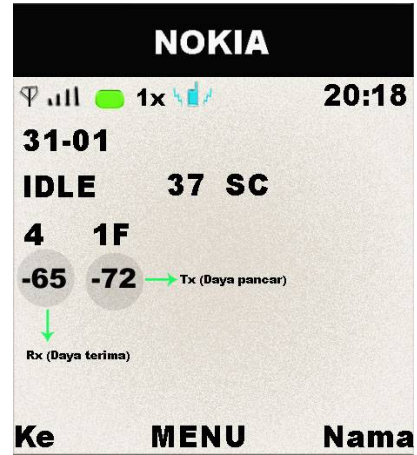


C.20 Waktu Malam Arah 105°

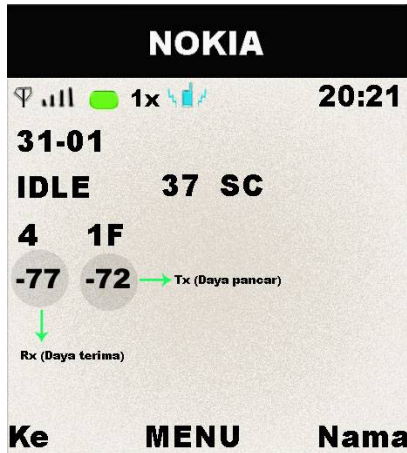
a. Jarak 100 m



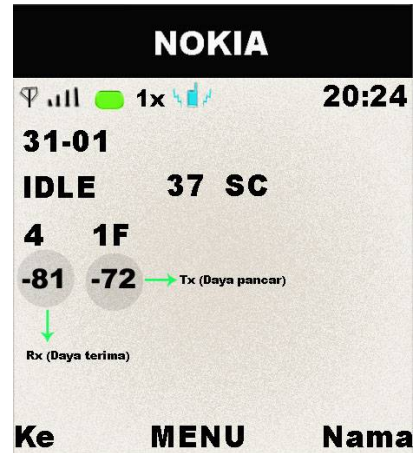
b. Jarak 200 m



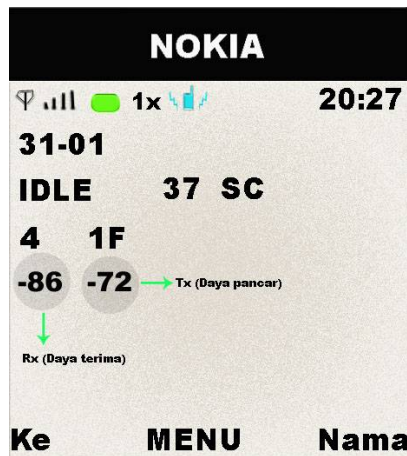
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m

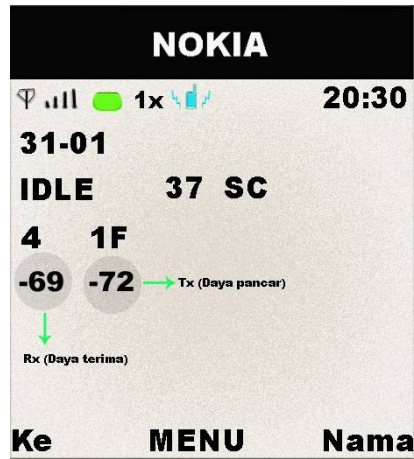


e. Jarak 500 m

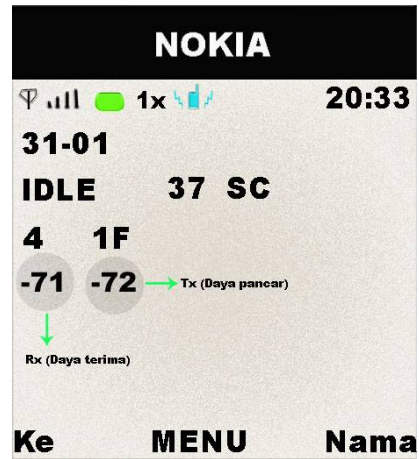


C.21 Waktu Malam Arah 120°

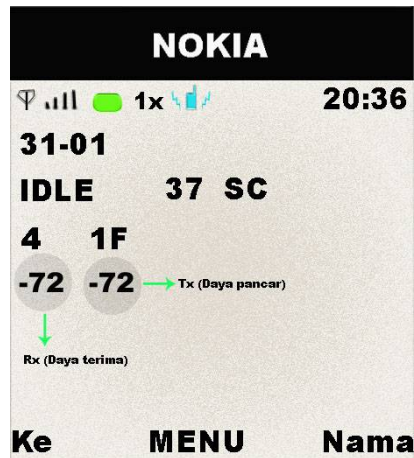
a. Jarak 100 m



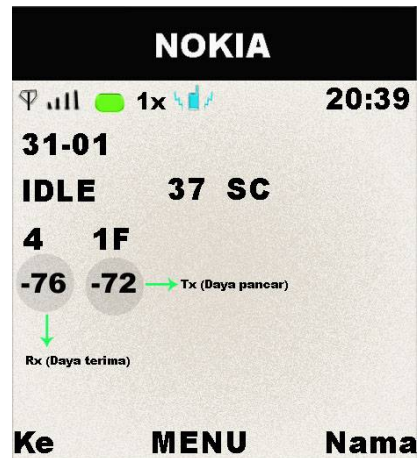
b. Jarak 200 m



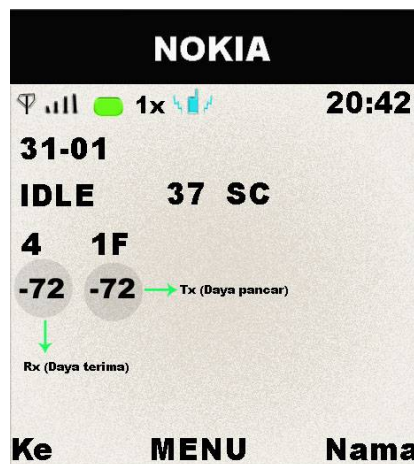
c. Jarak 300 m



d. Jarak 400 m



e. Jarak 500 m



LAMPIRAN D. DOKUMENTASI KEGIATAN



Gambar E.1 Perangkat BTS diluar



Digital Rack RF Rack

Gambar E.2 Perangkat BTS didalam



Gambar E.3 Antena BTS Cokroaminoto



Feature	Specification
Dimensions	Width 42,3 mm; length 105,5 mm; depth 18 mm
Weight	98 g with BL-6C Li-Ion Battery
Wireless networks	CDMA 800 and 1900 MHz, 800 AMPS, and bluetooth wireless technology
Volume	69 cc
Frequency range (Tx)	AMPS : 824,04 – 848,97 MHz PCS : 1851,25 – 1908,75 MHz Cellular : 824,70 – 848,37 MHz
Frequency range (Rx)	AMPS : 869,04 – 893,97 MHz PCS : 1931,25 – 1988,75 MHz Cellular : 869,70 – 893,37 MHz
GPS frequency (2865i only)	1575,42 MHz
Bluetooth wireless technology	2402 – 2480 MHz
Transmitter output power	Up to 2,679 W

Gambar E.4 Spesifikasi Nokia 2865 untuk mengukur daya terima



Gambar E.5 Pengamatan di lapangan