

Analisa Unjuk Kerja Layanan 3G di Surabaya

Asrul Syaikhuddin, Ari Wijayanti, Nur Adi Siswandari
Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
e-mail : ariw@eepis-its.edu

Abstrak

Dewasa ini peningkatan kebutuhan telekomunikasi seiring dengan pertumbuhan jumlah pengguna layanan telekomunikasi sehingga setiap operator berlomba untuk memberikan layanan dan fitur terbaiknya baik itu layanan suara maupun data. Oleh karena itu operator senantiasa harus menjaga kualitas sinyal maupun layanan dengan memantau kondisi jaringan setiap saat untuk menghindari terjadinya block call, dll. Untuk itu perlu dilakukan pengamatan kualitas sinyal pilot 3G/UMTS yang dirasakan oleh setiap pelanggan operator di Surabaya melalui pengukuran drive test menggunakan software TEMS Investigation 9.0.3 yang dapat mengukur nilai RSCP (Receive Signal Code Power), Ec/No (Energy Carrier Per Noise), Call events, Throughput, dan Tx Power dari Jaringan 3G yang ada. Berdasarkan pengukuran pada daerah urban dan sub-urban di Surabaya, Nilai RSCP terbaik di daerah Mulyorejo sebesar -75,03 dBm dan terendah pada daerah Sukomanunggal sebesar -87,98 dBm. Nilai Ec/No terbaik pada daerah Kenjeran sebesar -7,72 dB dan terendah pada daerah Sukomanunggal sebesar -11,04 dB. Hasil perhitungan kualitas layanan diperoleh, prosentase CSSR terendah pada daerah Tegalsari sebesar 94,59% dan prosentase BCR sebesar 24,32%. Prosentase BCR dan CSSR dipengaruhi adanya block call yang tinggi sehingga menurunkan prosentase CSSR dan menaikkan prosentase BCR.

Kata kunci: 3G, kualitas layanan, drive test, RSCP, Ec/No, Throughput, CSSR, urban, sub-urban.

1. Pendahuluan

Teknologi 3G menawarkan beragam layanan yang menarik dan sangat berguna bagi manusia, diantaranya adalah layanan panggilan suara dan layanan data. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan komunikasi jaringan 3G, operator mulai banyak membangun BTS 3G di kota-kota besar, seperti Surabaya [7]. Pertumbuhan jumlah pengguna layanan telekomunikasi di Surabaya yang semakin meningkat setiap tahunnya memperbesar trafik jaringan sehingga dapat mengurangi kualitas layanan. Operator harus peka terhadap keluhan pelanggan yang menginginkan tingginya kualitas akses data dan

sinyal yang kuat agar tidak terjadi *drop call* maupun *blok call* dengan menambah ketersediaan kanal.

Kualitas dari suatu jaringan dapat dilakukan dengan pengamatan secara riil di lapangan melalui pengukuran kualitas sinyal layanan 3G suatu wilayah. Metode yang banyak dilakukan adalah *drive test* [2]. Beberapa penelitian sebelumnya [2][4] menunjukkan bahwa data hasil drive test berupa informasi kualitas jaringan 3G/UMTS, antara lain : report data RSCP dan Ec/No, *throughput download* dan kualitas layanan, meliputi CSSR (*Call Setup Success Ratio*), CCSR (*Call Completion Success Ratio*), DCR (*Dropped Call Ratio*) dan BCR (*Blocked Call Ratio*) yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi terhadap jaringan. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan jaringan 3G untuk wilayah Surabaya melalui metode drive test. Disamping itu juga dilakukan proses perhitungan link budget untuk yaitu perhitungan *pathloss*, EIRP dan RSCP secara teori sebagai validasi data terhadap hasil data pengukuran drive test.

2. Teknologi 3G/UMTS

Teknologi 3G UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) merupakan suatu revolusi dari GSM yang mendukung kemampuan generasi ketiga (3G). UMTS menggunakan teknologi akses WCDMA dengan sistem DS-WCDMA (*Direct Sequence Wideband CDMA*). Teknologi UMTS dikembangkan oleh IMT-2000 *framework* yang merupakan salah satu bagian dari program ITU. Infrastrukturnya mampu mendukung user dengan kecepatan data tinggi, mendukung operasi yang bersifat asinkron, *bandwidth* secara keseluruhan 5 MHz dan didesain untuk dapat berdampingan dengan sistem GSM dan memiliki frekuensi *uplink* pada 1900 MHz – 1980 MHz dan untuk *downlink*nya pada rentang 2110 MHz – 2170 MHz [3].

2.1 Parameter Kualitas Jaringan dan Kualitas Layanan

Kualitas jaringan 3G dapat dicapai dengan mengetahui performansi dari jaringan 3G tersebut, adapun beberapa parameter kualitas jaringan 3G yang diukur dari pengambilan data antara lain :

a. *Received Signal Code Power* (RSCP)

RSCP adalah tingkat kekuatan sinyal pada jaringan 3G yang diterima ponsel. Standard RSCP biasanya ditampilkan dalam bentuk warna dan angka

dengan satuan dBm. Setiap operator memiliki standard warna yang berbeda.

b. *Energy Carrier Per Noise (Ec/No)*

Ec/No adalah kualitas data atau suara di jaringan operator 3G/UMTS, nilai Ec/no sama dengan SNR atau Perbandingan (rasio) antara kekuatan sinyal (*signal strength*) dengan kekuatan derau (noise level).

c. *Throughput*

Throughput adalah Tingkat laju rata-rata pengiriman data (*download* dan *upload*) yang berhasil melalui saluran komunikasi. Pada 3G/WCDMA terdapat dua *throughput* data yaitu *Packet Switched (PS)* dan *HSDPA*.

d. *Call events*

Suatu rangkaian peristiwa yang terjadi saat panggilan berlangsung. Peristiwa-peristiwa tersebut antara lain:

- *Call Attempt* : proses panggilan untuk meminta kanal pada *node B*.
- *Call Setup* : proses panggilan mulai dibangun oleh mobile station.
- *Call Established* : proses panggilan sudah terjadi
- *Blocked Call* : proses panggilan berakhir secara tidak normal sebelum terjadi *Call Established*, misalnya disebabkan karena sibuknya kanal trafik.
- *Dropped Call* : proses panggilan berakhir secara tidak normal setelah kejadian *Call Established*.
- *Call End* : proses panggilan berakhir secara normal.

e. *Tx power*

Daya maksimum yang dipancarkan oleh *node B* dengan satuan dB.

Sedangkan untuk memperoleh parameter kualitas layanan (QoS) dilakukan dengan proses perhitungan, antara lain [2]:

a. *CSSR (Call Setup Success Ratio)*

CSSR merupakan prosentase tingkat keberhasilan panggilan oleh kesediaan kanal suara yang sudah dialokasikan untuk mengetahui kesuksesan panggilan tersebut, maka ditandai dengan *tone* saat terkoneksi dengan ponsel lawan bicara. Standar prosentase CSSR harus $\geq 90\%$ [3]. CSSR dihitung dengan persamaan (1):

$$\text{CSSR (\%)} = \left(\frac{\sum \text{Call Setup}}{\sum \text{Call Attempt}} \right) \times 100 \% \quad (1)$$

b. *DCR (Dropped Call Ratio)*

DCR adalah prosentase banyaknya panggilan yang jatuh atau putus setelah kanal pembicaraan digunakan. DCR. Standar prosentase DCR harus $\leq 5\%$ [3]. DCR dihitung dengan persamaan (2) :

$$\text{DCR (\%)} = \left(\frac{\sum \text{Dropped Call}}{\sum \text{Call Attempt}} \right) \times 100 \% \quad (2)$$

c. *CCSR (Call Completion Success Ratio)*

CCSR adalah prosentase dari keberhasilan proses panggilan yang dihitung dari MS si penelepon melakukan panggilan sampai dengan panggilan tersebut terjawab oleh penerima. Persamaan untuk menghitung CCSR adalah :

$$\text{CCSR (\%)} = 1 - \left(\frac{\sum \text{Dropped Call}}{\sum \text{Call Establish}} \right) \times 100 \% \quad (3)$$

d. *BCR (Blocked Call Ratio)*

BCR adalah prosentase kepadatan panggilan yang disebabkan karena keterbatasan kanal. Persamaan untuk menghitung BCR adalah:

$$\text{BCR} = \left(\frac{\sum \text{Blocked Call}}{\sum \text{Call Attempt}} \right) \times 100 \% \quad (4)$$

2.2 Sinyal Pilot

Sinyal pilot adalah sebuah sinyal yang menandakan tiap- tiap sel atau disebut juga CPICH (*Common Pilot Indicator Channel*). Di suatu sel terdapat banyak CPICH, namun hanya ada satu atau dua pilot yang bersifat dominan. Jika terdapat banyak pilot yang dominan maka terjadi *pilot pollution*. Namun jika tidak adanya pilot yang bersifat dominan maka terjadi *bad coverage* karena terdapat daerah blankspot. CPICH diukur oleh *node B* berdasarkan dua parameter yaitu RSCP dan Ec/No. Nilai RSCP sinyal pilot minimum yang ditentukan oleh operator sebesar -95 dBm sedangkan nilai Ec/No minimum yang ditentukan operator sebesar -12 dB.

2.3 Link budget

Link budget merupakan perhitungan sejumlah daya yang didapat oleh penerima berdasarkan daya output pemancar dengan mempertimbangkan semua *gain* dan *losses* sepanjang jalur transmisi radio dari pemancar ke penerima. Parameter perhitungan *link budget*, antara lain : frekuensi carier (MHz), daya pancar (dBm), *gain* antena (dBi), rugi-rugi kabel (dB), rugi-rugi konektor kabel (dB), dan sensitivitas penerima (dB). Perhitungan *link budget* disini bertujuan untuk menghitung level RSCP dari jaringan 3G.

2.3.1 Prediksi Pathloss

Model Propagasi COST-231 Hata digunakan untuk perhitungan prediksi *pathloss* yang didefinisikan dengan persamaan (5) [9]:

$$L_{\text{path}} = 46.33 + 33.9 \log (f_c) - 13.82 \log (h_t) - a(h_r) + [44.9 - 6.55 \log (h_t)] \log (d) + C_M \text{ (dB)} \quad (5)$$

dimana :

$$a(h_r) = 3.2 (\log (11.75 h_r))^2 - 4.97 \quad (6)$$

Keterangan :

L_{path} = Redaman lintasan propagasi (dB)

f_c = Frekuensi (MHz)

h_t = Tinggi antenna *base station* (m)

h_r = Tinggi antenna *mobile station* (m)

$a(hr)$ = Faktor koreksi tinggi antenna *mobile station*

d = Jarak antara MS dengan BTS (km)

$C_M = 0$ dB, untuk kota ukuran menengah dan sub urban

$C_M = 3$ dB, untuk area metropolitan atau urban

2.3.2 EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)

EIRP adalah nilai daya yang dipancarkan antenna *directional* untuk menghasilkan puncak daya yang diamati pada arah radiasi maksimum penguatan antenna. Persamaan untuk menghitung EIRP adalah [10]:

$$EIRP = Tx\ power - Cable\ Loss - Connector\ Loss + BTS\ Antena\ Gain\ (dBm) \quad (7)$$

dimana :

EIRP = *Effective Isotropic Radiated Power* (dBm)

Tx power = daya yang dipancarkan BTS (dBm)

BTS Antena Gain = besar penguatan antenna (dBi),

Cable Loss = rugi-rugi kabel pada BTS (dB).

Connector Loss = rugi-rugi pada konektor kabel pada BTS (dB).

Nilai *cable loss* dan *connector loss* pada kabel merk Andrew ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1 Rugi-rugi Kabel dan Konektor Andrew [7]

Frekuensi (MHz)	Cable Loss (dB)		Connector Loss (dB)	
	7/8"	1 1/4"	7/8"	1 1/4"
1920-1925 (Uplink)	0,062	0,042	0,42	0,36
2110-2115 (Downlink)				

2.3.3 Perhitungan RSCP

Perhitungan RSCP pada *link budget* menggunakan persamaan (8) [6]:

$$RSCP = EIRP - Pathloss - \Sigma (handover + fading\ margin) \ (dBm) \quad (8)$$

dimana :

RSCP = *Receive Signal Code Power* (dBm)

EIRP = *Efective Isotropic Radiated Power* (dBm), didapat dari persamaan (7).

Pathloss = Rugi-rugi lintasan propagasi (dB) yang diperoleh dari persamaan (5).

Handover = perpindahan sinyal antar *node B* (dB).

Fading Margin = *Power control* node B terhadap *Fading* (dB).

3. Pengambilan Data

3.1 Lokasi Pengukuran

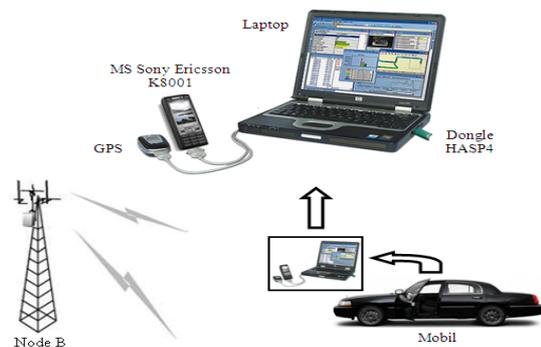
Lokasi Pengukuran yang akan dijadikan sampel pengukuran meliputi daerah daerah Surabaya yang sudah tercakup oleh jaringan 3G/UMTS yang dibagi menjadi lima bagian yaitu Surabaya Tengah, Surabaya Timut, Surabaya Utara, Surabaya Selatan dan Surabaya Barat. Dengan masing-masing bagian diambil sampel dua daerah pengukuran, yaitu daerah urban dan sub-urban ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2 Lokasi Pengukuran Data

Daerah	Lokasi Pengukuran	Kepadatan Penduduk [14] (jiwa/ km ²)	Keterangan
Surabaya Pusat	Tegalsari	25.9101	Daerah Urban
	Bubutan	16.495	Daerah Urban
Surabaya Timur	Tambaksari	25.519	Daerah Urban
	Mulyorejo	5.790	Daerah Sub-Urban
Surabaya Barat	Sukomanunggal	10.500	Daerah Urban
	Sambikerep	7.834	Daerah Sub-Urban
Surabaya Utara	Pabean Cantikan	13.270	Daerah Urban
	Kenjeran	10.308	Daerah Urban
Surabaya Selatan	Wonokromo	21.517	Daerah Urban
	Gayungan	7.544	Daerah Sub-Urban

3.2 Pengukuran Drive Test

Drive test bertujuan untuk mengumpulkan informasi secara *real* di lapangan dengan mengukur kualitas sinyal dari suatu daerah. Set up pengukuran pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Setup Pengukuran Data

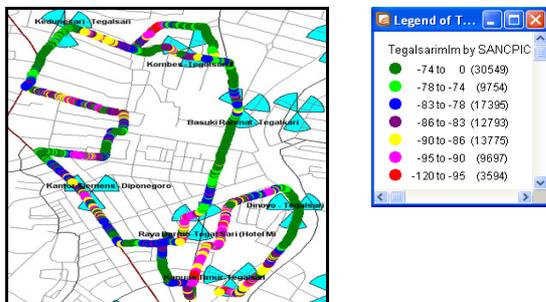
Pada penelitian ini menggunakan tiga unit MS (*handphone*), yaitu MS1, MS2 dan MS3. MS1 digunakan untuk mode *dedicated* dengan melakukan panggilan selama 60 detik secara berulang-ulang dengan jeda waktu 5 detik antar panggilan. MS2 digunakan untuk *download* data sebesar 1 MB secara berulang-ulang dengan jeda waktu 5 detik antar proses *download*. Sedangkan MS3 digunakan untuk mode *idle* yang berguna untuk mengetahui proses *handover* saat pengukuran *drive test*.

4. Pengolahan Data dan Analisa

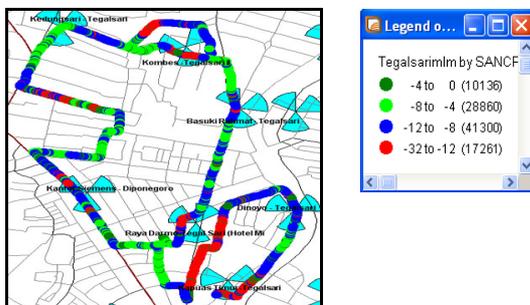
4.1 Report Data

Data hasil *drive test* diolah menjadi report data RSCP dan Ec/No menggunakan *software* MapInfo. *Report* data ini sangat membantu dalam mengetahui nilai level data (RSCP) maupun Ec/No di setiap titik pengukuran, seperti ditunjukkan Gambar 3 dan 4.

Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan contoh *report* data pengukuran daerah Tegalsari untuk nilai CPICH RSCP dan CPICH Ec/No. Dari kedua *report* tersebut dapat dilihat bahwa pada titik antara *node* B Raya Darmo dan *node* B Kapuas Timur memiliki nilai level RSCP yang cukup rendah. Sedangkan nilai Ec/No pada titik tersebut juga sangat jelek akibatnya pada daerah ini terjadi *pilot pollution*. *Pilot pollution* terjadi akibat antara *node* B memiliki arah pancar yang sama sehingga perlu dilakukan *downtilting* atau mengubah kemiringan antena menjadi lebih ke bawah agar layanan sel satu dengan sel lainnya tidak saling tumpang tindih.



Gambar 3. Report Data RSCP Daerah Tegalsari



Gambar 4. Report Data Ec/No Daerah Tegalsari

Selanjutnya setiap sampel data RSCP dan Ec/No dari pengukuran *drive test* diolah untuk memperoleh nilai rata-rata RSCP dan Ec/No. Nilai rata-rata RSCP dan Ec/No dikelompokkan menjadi data urban dan sub-urban yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Data RSCP dan Ec/No Daerah Urban

Lokasi Pengukuran	RSCP Rata-Rata (dBm)	Ec/No Rata-Rata (dB)
Tambaksari	-80,4	-8,21
Tegalsari	-81,37	-10,11
Bubutan	-79,6	-8,42
Wonokromo	-76,7	-8,72
Sukomanunggal	-87,98	-11,04
Kenjeran	-76,56	-7,72
Pabean Cantikan	-76,79	-8,72

Pada perbandingan nilai RSCP dan Ec/No untuk daerah urban memiliki nilai RSCP dan Ec/No yang cukup kecil yang sebagian besar disebabkan oleh adanya *pilot pollution*. Sedangkan pada daerah sub-urban memiliki nilai RSCP dan Ec/No yang cukup lebih baik. Hal ini berarti nilai RSCP dan Ec/No dipengaruhi oleh tipe wilayahnya, Wilayah yang padat akan memiliki nilai level RSCP dan Ec/No yang didapatkan akan semakin kecil seperti ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 4. Data RSCP dan Ec/No Rata-Rata Daerah Sub-Urban

Lokasi Pengukuran	RSCP Rata-Rata (dBm)	Ec/No Rata-Rata (dB)
Mulyorejo	-75,03	-10,37
Gayungan	-78,47	-9,77
Sambikerep	-76,33	-7,94

4.2 Perhitungan Kualitas Layanan (QoS)

Kualitas layanan atau *Quality of Service* (QoS) meliputi CSSR, DCR dan BCR dihitung dari data parameter *call eventss*, yaitu *call setup*, *call attempt*, *call establish*, *drop call* dan *block call*. Data *call events* ditunjukkan pada Tabel 5 menggunakan persamaan (1)-(6) diperoleh hasil kualitas layanan untuk daerah urban dan sub-urban pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6 menunjukkan prosentase CSSR terendah pada daerah Tegalsari sebesar 94,59%. Hal ini menunjukkan tingkat ketersediaan kanal untuk melakukan panggilan di daerah tersebut masih memenuhi standar yang ditetapkan yakni CSSR $\geq 90\%$. Sedangkan Prosentase DCR di daerah urban sangat baik, hal ini dikarenakan saat *drive test* tidak ditemui panggilan putus pada MS1, hanya pada daerah Bubutan prosentase DCR sebesar 2,04%, prosentase tersebut masih memenuhi standar DCR sebesar $\leq 5\%$. Besarnya DCR dipengaruhi oleh terjadinya *drop call* dimana terjadi satu kali *drop call* yang disebabkan oleh adanya *blankspot*.

Tabel 5. Data Call events Daerah Urban dan Sub-Urban

Daerah	Jumlah				
	Call attempt	Call setup	Call establish	Drop call	Block call
Mulyorejo	42	42	42	0	0
Tambaksari	33	33	33	0	0
Tegalsari	37	35	27	0	9
Bubutan	49	49	47	1	2
Wonokromo	45	44	38	0	7
Gayungan	58	54	51	0	3
Sambikerep	31	31	31	0	0
Sukomanunggal	28	28	28	0	0
Kenjeran	34	34	27	0	7
Pabean Cantikan	29	29	29	0	0

Pada tabel 6 dapat dilihat bahwa prosentase CCSR pada daerah urban sangat baik mendekati 100% hanya pada daerah Bubutan nilai CCSR-nya sebesar 97,87% karena adanya panggilan drop di daerah tersebut sehingga mempengaruhi prosentase CCSR. Prosentase BCR pada daerah urban tidak terlalu baik, hal ini dikarenakan masih tingginya *block call*. Prosentase BCR tertinggi terjadi pada daerah Tegalsari sebesar 24,32% selanjutnya Kenjeran sebesar 20,59 %. Besarnya prosentase tersebut disebabkan oleh adanya *block call*. *Block call* terjadi disebabkan karena tidak tersedianya kanal akibat padatnya trafik jaringan.

Tabel 6. Data Kualitas Layanan Daerah Urban

Lokasi Pengukuran	Kualitas Layanan (QoS)			
	CSSR (%)	DCR (%)	CCSR (%)	BCR (%)
Tambaksari	100	0	100	0
Tegalsari	94,59	0	100	24,32
Bubutan	100	2,04	97,87	4,08
Wonokromo	97,77	0	100	15,55
Sukomanunggal	100	0	100	0
Kenjeran	100	0	100	20,59
Pabean Cantikan	100	0	100	0

Tabel 7. Data Kualitas Layanan Daerah Sub-Urban

Lokasi Pengukuran	Kualitas Layanan (QoS)			
	CSSR (%)	DCR (%)	CCSR (%)	BCR (%)
Mulyorejo	100	0	100	0
Gayungan	93,1	0	100	5,17
Sambikerep	100	0	100	0

Pada Tabel 7 merupakan data prosentase kualitas layanan pada daerah sub-urban. Untuk prosentase CSSR terendah pada daerah Gayungan sebesar 93,1%. Prosentase ini masih memenuhi standar CSSR $\geq 90\%$. CSSR dipengaruhi adanya *block call*, penyebab *block call* disebabkan karena tidak tersedianya kanal pada node B maka tidak terjadi *call setup* dengan *call attempt* yang sama sehingga CSSR menjadi lebih kecil. Untuk prosentase BCR pada daerah sub-urban sebesar 5,17% masih memenuhi standar minimal sebesar 5%.

4.3 Pengolahan Throughput Download

Pengambilan data *drive test* pada MS2 melalui *Data Connection* (DC) yang melakukan *download* file ke sebuah server dengan ukuran data sebesar 1 MB dilakukan secara berulang di sepanjang pengukuran menghasilkan *throughput download packet switched*. Dari sampel data diolah untuk diperoleh nilai rata-rata *throughput* pada daerah urban dan sub-urban seperti pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Throughput Download Rata-Rata Daerah Urban

Daerah	Throughput Download Rata-Rata (kbps)
Tambaksari	79,23
Tegalsari	68,88
Bubutan	77,91
Wonokromo	72,97
Sukomanunggal	55,04
Kenjeran	125,19
Pabean Cantikan	96,69

Pada daerah urban nilai *throughput* terendah pada daerah Sukomanunggal sebesar 55,04 kbps, sedangkan pada daerah sub-urban nilai *throughput* terendah pada daerah Mulyorejo sebesar 56,17 kbps. Dari data *throughput* antara pada daerah urban dan sub-urban dipengaruhi oleh tipe wilayah dan kapasitas jaringan pada masing-masing node B.

Tabel 9. Throughput Download Rata-Rata pada Daerah Sub-Urban

Daerah	Throughput Download Rata-Rata (kbps)
Mulyorejo	56,17
Gayungan	65,94
Sambikerep	109,17

4.4 Perhitungan RSCP Teori

Perhitungan RSCP diperoleh dari perhitungan *link budget* sebagai perbandingan dengan data pengukuran *drive test*, Tahapan dalam perhitungan RSCP dilakukan dengan perhitungan prediksi *pathloss*, perhitungan EIRP dan perhitungan RSCP secara teori.

Perhitungan *pathloss* menggunakan prediksi COST-231 model Hata dengan parameter perhitungan seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Parameter Perhitungan Pathloss Model Hata

Parameter	Nilai
Kondisi daerah	Urban dan Sub-urban
Frekuensi (fc)	2110 MHz
Jarak node B dengan MS (d)	0,2 km
Tinggi antena (h _t)	30 m
C _M Urban	3 dB
C _M Sub-Urban	0 dB
Tinggi antena MS (h _r)	1 m

Dari persamaan (6), diperoleh nilai faktor koreksi antena a(h_r) sebesar -1,31 dB. Hasil Perhitungan *pathloss* dilakukan untuk setiap node B ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan data *Pathloss* Rata-Rata dari Daerah Urban dan Sub-Urban

Lokasi Urban	<i>Pathloss</i> Rata-Rata (dB)	Lokasi Sub-Urban	<i>Pathloss</i> Rata-Rata (dB)
Tambaksari	118,63	Mulyorejo	115,58
Tegalsari	119,06	Gayungan	115,74
Bubutan	119,18	Sambikerep	114,27
Wonokromo	118,89		
Sukomanunggal	118,72		
Kenjeran	118,44		
Pabean Cantikan	118,70		

EIRP dihitung pada setiap node B dalam daerah pengukuran sehingga perlu mengetahui spesifikasi perangkat seperti panjang kabel dan tipe kabel. Dalam perhitungan EIRP memiliki beberapa parameter input, yaitu *Tx Power* 33 dBm dan *Gain* Antena BTS 21 dBi [8]. Sedangkan kabel yang digunakan tiap BTS diasumsikan memiliki ukuran 7/8” dengan panjang 27,5 m. Berdasarkan Tabel 1, maka dapat diperoleh rugi-rugi kabel sebesar 1,705 dB dan konektor sebesar 0,84 dB[7]. Nilai EIRP dapat dihitung dengan persamaan (7), dengan nilai rata-rata EIRP dalam daerah pengukuran sehingga diperoleh data Tabel 12 untuk daerah sub urban.

Tabel 12. Data EIRP Rata-Rata Daerah Urban dan Sub Urban

Lokasi daerah Urban	EIRP Rata-Rata (dBm)	Lokasi daerah sub-urban	EIRP Rata-Rata (dBm)
Tambaksari	51,96	Mulyorejo	51,53
Tegalsari	51,60	Gayungan	50,70
Bubutan	51,67	Sambikerep	50,93
Wonokromo	51,67		
Sukomanunggal	51,51		
Kenjeran	51,22		
Pabean Cantikan	51,44		

Nilai RSCP secara teori dapat dihitung menggunakan parameter *Pathloss*, EIRP, Handover sebesar 2 dB [4] dan Fading Margin sebesar 10 dB [10]

Seperti ditunjukkan pada Tabel 13

Tabel 13. Perbandingan RSCP pada Daerah Urban

Lokasi Pengukuran	RSCP Teori (dBm)	RSCP Pengukuran (dBm)	Error %
Tambaksari	-79,17	-80,4	1,55 %
Tegalsari	-79,42	-81,37	2,46 %
Bubutan	-79,49	-79,6	0,14 %
Wonokromo	-79,23	-76,7	3,19 %
Sukomanunggal	-79,21	-87,98	11,07%
Kenjeran	-79,21	-76,56	3,35 %
Pabean Cantikan	-79,26	-76,79	3,1 %

Dari Tabel 13 menunjukkan perbandingan nilai RSCP pada daerah urban. Nilai RSCP secara teori ini dihitung pada kondisi ideal tanpa adanya *pilot pollution* dan *bad coverage*. Nilai % error tertinggi terjadi pada daerah Sukomanunggal sebesar 11,07 %. Karena masih banyak daerah *bad coverage* sehingga perlu perbaikan atau optimasi kembali agar nilai RSCP pengukuran sesuai dengan RSCP teori.

Tabel 14. Perbandingan RSCP pada Daerah Sub-Urban

Lokasi Pengukuran	RSCP Teori (dBm)	RSCP Pengukuran (dBm)	Error %
Mulyorejo	-76,40	-75,03	1,79 %
Gayungan	-76,15	-78,47	3,05 %
Sambikerep	-75,34	-76,33	1,31 %

Untuk daerah Sub-urban memiliki prosentasi error yang lebih kecil seperti ditunjukkan pada Tabel 14 sehingga daerah ini memiliki cakupan area yang lebih maksimum dibandingkan daerah urban.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan pengukuran, perhitungan, dan analisa maka dapat disimpulkan bahwa :

- Nilai RSCP dan *Ec/No* terendah daerah urban terdapat pada wilayah Sukomanunggal dengan nilai RSCP = -81,98 dBm dan *Ec/No* = -11,04 dB. Nilai RSCP dan *Ec/No* dapat dipengaruhi pengarahannya antena node B dan penerimaan sinyal pilot. Jika pengarahannya antena sector sama dengan sector node B terdekatnya maka dapat terjadi *pilot pollution* yang akan menimbulkan menurunnya nilai *Ec/No*.
- Berdasarkan perhitungan kualitas layanan, prosentase kualitas layanan pada daerah sub-urban lebih baik daripada daerah urban karena pada daerah urban prosentase BCR masih besar. Pada daerah Tegalsari, prosentase BCR sebesar 24,32% dan CSSR sebesar 94,59%. Prosentase BCR dan CSSR dipengaruhi adanya *block call* dimana *block call tinggi* dapat menurunkan prosentase CSSR dan menaikkan prosentase BCR.
- Berdasarkan perhitungan *link budget* nilai RSCP pada area urban tidak efektif jika dibandingkan dengan kondisi nyata yang ada lapangan. Pada daerah Sukomanunggal memiliki %error sebesar 13,95% karena banyak *pilot pollution* dan *bad coverage* pada daerah tersebut.

Referensi

- [1] Haider, Bilal. “Radio Frequency Optimization & QoS Evaluation in Operational GSM Network”. 2009

- [2] Halonen, Timo, dkk. "GSM, GPRS, and EDGE Performance: Evolution Toward 3G/UMTS". England. 2003.
- [3] Holma, Harri dan Antti Toskala. "WCDMA for UMTS 4th Edition". John Wiley and Sons Ltd. 2007
- [4] Kiswanto, Heri. "Analisa Unjuk Kerja Jaringan Operator 3G (WCDMA/UMTS) Menggunakan Metode *Drive test*". PENS-ITS. Surabaya. 2010.
- [5] Patoding, Hestikah Eirene. "Level Daya dan Luas Cakupan BTS PT. Hutchison CP Telecommunications Three (3) di Kecamatan Teneteriattang Kabupaten Bone". UKI-Paulus. Makassar. 2010.
- [6] Surjati. Indah, dkk. "Analisis Perhitungan *Link budget* Indoor Penetration Wide band Code Division Multiple Access (WCDMA) dan High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) Pada Area Pondok Indah". 2008
- [7] _____. "Helix Coaxial Cable". Andrew CommScope Company
- [8] _____. "Andrew Antenna Catalog 2010". Andrew CommScope Company