

Evaluasi Kualitas Sinyal *Voice* Multi Operator Pada Jaringan 3G IBC Gedung Bertingkat

S. El Yumin¹ dan Taufik Maulana²

¹Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Pascasarjana ISTN, Jakarta

¹Email : sel_yumin@yahoo.com

²Operatio Engineer, PT. Javandra Nikara Teknik, Jalan Ridwan Rais No.51

Beji Timur Kavling UI, Depok, Jawa Barat.

²Email : taufikmaulana1994@gmail.com

Abstrak--Makalah ini membahas kualitas sinyal *voice* 3G di Gedung Mall Alam Sutera. Data yang ditampilkan dari hasil pengukuran berfungsi untuk memberikan gambaran secara umum mengenai performansi jaringan operator XL dan Telkomsel yang telah beroperasi selama 10 tahun di 5 lantai Gedung Mall Alam Sutera. Pengukuran dilakukan dengan metode *walktest* mode *dedicated*. Data yang disajikan berupa data *logfile* yang diolah menggunakan *software* TEMS Investigation 16 yang terdiri dari *map walktest*, *tap overview*, data *collection*. Parameter yang diukur adalah kualitas sinyal yang diterima mobile station (MS) berupa nilai *Received Signal Code Power* (RSCP) dan nilai *Received Signal Strengthen Indication* (RSSI).. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa prosentase sebaran RSCP, nilai RSCP, nilai RSSI, masih sangat bagus melebihi nilai KPI yang disyaratkan, dan ini berarti Jaringan 3G IBC Gedung Mall Alam Sutera masih layak untuk beroperasi.

Kata kunci : *evaluasi, sinyal voice, 3G, IBC, multi operator*

Abstract—This paper discussed the quality of 3G signal voice in Alam Sutera Mall Building. Data from measurement results were used to described generally the performances of XL and Telkomsel operators network that have operated 10 years in 5 floors of Alam Sutera Mall Building. The measurement was carried out using *walktest* mode *dedicated* method. Data were presented as *logfile* data consisted of *walktest map*, *tap overview*, data *collection*, processed by *software* of TEMS Investigation version 16. The measurement parameters were the signal quality that received by mobile station (MS) such as the *Received Signal Code Power* (RSCP) values and *Received Signal Strengthen Indication* (RSSI) values. The evaluation results show that the percentage of RSCP distribution, RSCP and RSSI values, still very good more than KPI values. So, It means that 3G IBC networks in Alam Sutera Mall Building, still very feasible to operate.

Keywords : *evaluation, voice signal, 3G, IBC, multi operator*

1. PENDAHULUAN

Jaringan 3G merupakan jaringan seluler standar internasional yang menggantikan jaringan 2G, memiliki suatu system pendukung kemampuannya, yaitu *Universal Mobile Telecommunication System* (UTMS) yang merupakan revolusi dari *Global System for Mobile* (GSM). UMTS menggunakan teknologi akses *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA) dengan system *Direct Sequence Wideband Code Division Multiple Access* (DS-WCDMA). Terdapat dua mode yang digunakan dalam WCDMA dimana yang pertama menggunakan *Frequency Division Duplex* (FDD) dan kedua dengan menggunakan *Time Division Duplex* (TDD). FDD dikembangkan di Eropa dan Amerika sedangkan TDD dikembangkan di Asia. Pada WCDMA FDD, digunakan sepasang frekuensi pembawa 5 MHz pada *uplink* dan *downlink* dengan alokasi frekuensi untuk *uplink* yaitu 1945 MHz – 1950MHz dan untuk *downlink* yaitu 2135 MHz – 2140 MHz. Perbandingan antara *spreading rate* (kecepatan chip tiap detik) terhadap

user data rate (kecepatan simbol data user tiap detik) dikenal sebagai *spreading factor*. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi *chip rate*, maka semakin banyak *user* yang dapat ditampung. Pengertian lainnya adalah dalam menentukan jumlah *user*, semakin besar jumlah *chiprate*, maka semakin tinggi kecepatan data yang diperoleh masing-masing *user*. Dalam WCDMA, *chip rate* yang digunakan sebesar 3,84 Mbps. Jaringan 3G ini masih banyak diaplikasikan dalam melayani pengguna sebagai jaringan telepon seluler. Namun dalam pelayanannya terhadap pelanggan sangat tergantung kepada kualitas perangkat jaringan yang digunakan dan kualitas sinyal yang dioperasikan. Agar kualitas komunikasi pelanggan tetap terjaga maka diperlukan pemeliharaan kualitas jaringan secara berkala. Kinerja jaringan dapat diketahui dengan cara melihat statistik data dan mengumpulkan serta menganalisa data yang didapat dari hasil *Walk Test*. Dengan cara ini maka jaringan yang bersangkutan tersebut dapat dipantau dan dimodifikasi agar lebih baik pada masa yang akan datang.

Jaringan *Indoor Building* IBC di Mall Alam Sutra telah berdiri sejak tahun 2009, dan telah 10 tahun melayani jaringan 2 operator yaitu Telkomsel dan XL. Jaringan tersebut belum pernah dilakukan evaluasi, oleh karena itu untuk mengetahui kualitas sinyal harus dilakukan audit. Audit kualitas sinyal dilakukan melalui pengukuran dengan metode *walktest*. *Walk Test* ini bertujuan untuk mengecek sinyal dengan menggunakan *Mobile Station* (MS) dan software *Tems Investigation.16*. Yang perlu diperhatikan dalam evaluasi pengecekan sinyal tersebut, yaitu kualitas penyebaran daya sinyal RSCP dan kekuatan sinyal terima RSSI pada daerah *coverage nya*.

2. METODA

Schematic Diagram Jaringan Indoor Building

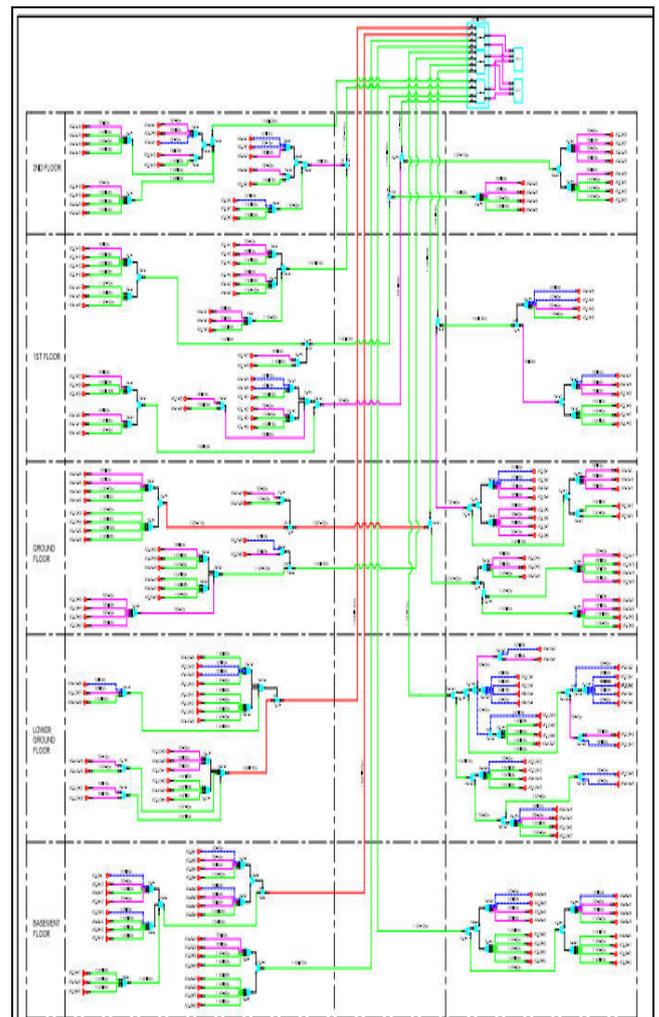
Gambar 1. merupakan *schematic diagram* untuk sistem *Indoor Building Coverage* (IBC) di gedung Mall Alam Sutra. Pada lantai *Basement* antenna *omni* berjumlah 35 antenna dan antenna *bidirectional* berjumlah 8 antenna, dengan tiap-tiap antenna terhubung dengan kabel *feeder* menggunakan *jumper* 1 m dengan jumlah 234 buah. Tiap-tiap *feeder* yang terhubung ke antenna memiliki jenis dan panjang kabel yang berbeda-beda, yaitu *feeder* 1¼, *feeder* 1 5/8, *feeder* 7/8 dan *feeder* 1/2. Jenis *feeder* yang digunakan menentukan panjang atau pendeknya jalur kabel tersebut. *Splitter* yang digunakan ada 3 yaitu 2-way dengan jumlah 42, 3-way dengan jumlah 12 buah dan 4-way dengan jumlah 30 buah. Jumlah *connector* yang digunakan adalah 188 buah. Jumlah *coupler* yang digunakan 7 buah.

Pada lantai *Lower ground* antenna *omni* berjumlah 42 antenna dan antenna *bidirectional* berjumlah 6 antenna, dengan tiap-tiap antenna terhubung dengan kabel *feeder* menggunakan *jumper* 1 m dengan jumlah 292 buah. Tiap-tiap *feeder* yang terhubung ke antenna memiliki jenis dan panjang kabel yang berbeda-beda, yaitu *feeder* 1¼, *feeder* 1 5/8, *feeder* 7/8 dan *feeder* 1/2. Jenis *feeder* yang digunakan menentukan panjang atau pendeknya jalur kabel tersebut. *Splitter* yang digunakan ada 3 yaitu 2-way dengan jumlah 62, 3-way dengan jumlah 31 buah dan 4-way dengan jumlah 31 buah. Jumlah *connector* yang digunakan adalah 238 buah. Jumlah *coupler* yang digunakan 13 buah.

Pada lantai *Ground* antenna *omni* berjumlah 46 antenna, dengan tiap-tiap antenna terhubung dengan kabel *feeder* menggunakan *jumper* 1 m dengan jumlah 341 buah. Tiap-tiap *feeder* yang terhubung ke antenna memiliki jenis dan panjang kabel yang berbeda-beda, yaitu *feeder* 1¼, *feeder* 1 5/8, *feeder* 7/8 dan *feeder* 1/2. Jenis *feeder* yang digunakan menentukan panjang atau pendeknya jalur kabel tersebut. *Splitter* yang digunakan ada 3

yaitu 2-way dengan jumlah 80, 3-way dengan jumlah 24 buah dan 4-way dengan jumlah 28 buah. Jumlah *connector* yang digunakan adalah 302 buah. Jumlah *coupler* yang digunakan 8 buah.

Pada lantai 1 antenna *omni* berjumlah 42 antenna, dengan tiap-tiap antenna terhubung dengan kabel *feeder* menggunakan *jumper* 1 m dengan jumlah 319 buah. Tiap-tiap *feeder* yang terhubung ke antenna memiliki jenis dan panjang kabel yang berbeda-beda, yaitu *feeder* 1¼, *feeder* 7/8 dan *feeder* 1/2. Jenis *feeder* yang digunakan menentukan panjang atau pendeknya jalur kabel tersebut.



Gambar 1. Schematic diagram Jaringan IBC di Gedung Mall Alam Sutra

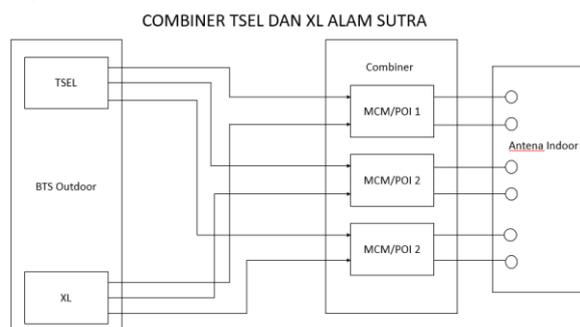
Splitter yang digunakan ada 3 yaitu 2-way dengan jumlah 61, 3-way dengan jumlah 47 buah dan 4-way dengan jumlah 8 buah. Jumlah *connector* yang digunakan adalah 288 buah. Jumlah *coupler* yang digunakan 6 buah.

Pada lantai 2 antenna *omni* berjumlah 33 antenna, dengan tiap-tiap antenna terhubung dengan kabel *feeder* menggunakan *jumper* 1 m dengan jumlah 186 buah. Tiap-tiap *feeder* yang terhubung ke

antena memiliki jenis dan panjang kabel yang berbeda-beda, yaitu *feeder* 1/4, *feeder* 1 5/8, *feeder* 7/8 dan *feeder* 1/2. Jenis *feeder* yang digunakan menentukan panjang atau pendeknya jalur kabel tersebut. *Splitter* yang digunakan ada 3 yaitu 2-way dengan jumlah 38, 3-way dengan jumlah 22 buah dan 4-way dengan jumlah 28 buah. Jumlah *connector* yang digunakan adalah 174 buah. Jumlah *coupler* yang digunakan 8 buah.

Jaringan Combiner Untuk Sinyal XL dan Tsel

Pada sistem Jaringan IBC di Gedung Mall Alam Sutera ini beroperasi dua operator komunikasi yaitu operator XL yang bekerja pada frekuensi 3G uplink 1945-1950 MHz dan frekuensi 3G downlink 2135-2140 MHz, dan operator Tsel yang bekerja pada frekuensi 3G uplink 1935-1945 MHz dan frekuensi 3G downlink 2125-2135 MHz, sehingga perlu diatur agar kedua operator tersebut dapat bersama-sama beroperasi memancarkan sinyal melalui satu antenna indoors.



Gambar 2. Sistem *Combiner* Mall Alam Sutera

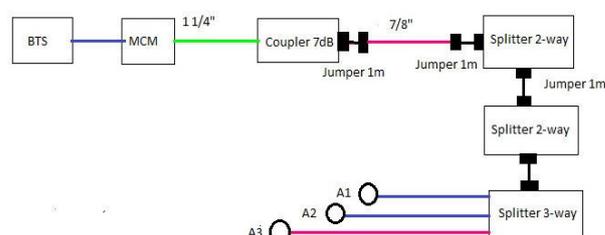
Gambar 2 adalah sistem jaringan combiner untuk mengatur laju sinyal operator XL dan Tsel. Dengan adanya combiner ini kinerja jaringan IBC dapat beroperasi dengan menyalurkan sinyal XL dan sinyal Tsel dalam satu antenna, atau satu antenna dapat memancarkan sinyal dari multi operator. Sebuah combiner hanya mengambil semua sinyal dan mencampur mereka bersama-sama. Pada setiap saluran dimulai dari BTS operator kemudian ke MCM/POI. Kemudian dari MCM/POI ke masing2 antenna *omni* maupun antenna *bidirectional*. Penggunaan dari MCM/POI untuk membagi input dari setiap operator agar tidak terjadi interference. Dapat dilihat pada pengaturan MCM/POI dimana Input 8 dari MCM/POI 1 merupakan input dari operator Telkomsel maka outputnya di output 9 dan 10. Dan untuk operator XL pada MCM/POI nya pada input 9 maka outputnya di output 11 dan 12. Di gambar 22 dapat dilihat dimana ada MCM/POI 1, MCM/POI 2 dan MCM POI 3. Maksud MCM/POI 1 ini adalah sector dalam 3G disebut *Scrambling Code* (SC). Guna dari *Scrambling Code* (SC) ini adalah untuk mengetahui, ini sinyal milik operator Telkomsel

atau XL. Dimana setiap operator memiliki *Scrambling Code* (SC) yang berbeda. Dari gambar 22 MCM/POI ada 3 berarti digedung tersebut terdapat 3 sektor.

Proses jaringan dari combiner ini adalah dimana dari setiap BTS operator telkomsel dan xl masuk ke dalam MCM/POI. Dari MCM/POI ini sinyal menerima frekuensi dari BTS masing-masing operator yang langsung ke antenna *In-Building*.

Link Budget dan EIRP Antena Indoor

Gambar 3. memperlihatkan schematic diagram dari link budget. Sinyal elektrik dengan daya BTS akan merambat melalui jaringan IBC yang tersedia dengan melewati rangkaian perangkat pasip yaitu : MCM, jumper, feeder, coupler, spiltter sampai ke Antena Indoor untuk memancarkan EIRP gelombang elektromagnetik.



Gambar 3. Schematic Diagram Link Budget

Untuk menghitung EIRP Antena Indoor dan Link Budget jaringan IBC dapat menggunakan persamaan (1)..

$$\begin{aligned} \text{EIRP}_{\text{Indoor}} \text{ (dBm)} &= \text{BTS Power (dBm)} + \text{Antena Gain (dB)} + \\ &+ \text{Loss Jumper (dB)} + \text{Loss Conector (dB)} + \text{Loss Splitter (dB)} + \\ &+ \text{Loss Feeder (dB)} + \text{Loss Coupler (dB)} + \\ &+ \text{Loss Hybrid Coupler (dB)} + \text{Loss MBC (dB)} \quad (1) \end{aligned}$$

Adapun spesifikasi perangkat IBC diperlihatkan pada Tabel 1.

Software dan Hardware untuk pengukuran

Ada beberapa software yang digunakan pada pelaksanaan pengukuran yaitu : TEMS, *Test Mobile System* merupakan perangkat untuk mensetting dan maintaining jaringan seluler. Perangkat TEMS ini keluaran Ericsson untuk drive test. Pada dasarnya terdiri dari ponsel TEMS mobile phone yang dikendalikan oleh perangkat lunak pada komputer. Salah satu fitur utama dari TEMS adalah menggunakan ponsel dengan bagian radio standar dan daya standar, yaitu suatu ponsel biasa dengan perangkat lunak yang diubah. Maka dari itu TEMS akan berperilaku sama seperti ponsel standar. Namun memiliki fitur tambahan

sebagai pengumpul informasi tentang level sinyal dan kualitas sinyal yang dipancarkan Antena Indoors.

Tabel 1, Spesifikasi Perangkat IBC

No.	Perangkat	Jenis	Nilai
1.	Loss Jumper	0,5m	-0,17dB
		1,0m	-015dB
		1,5m	-0,1dB
2.	Loss feeder	1/2 "	-0,056dB
		7/8 "	-0,041dB
		1 1/4 "	-0,0356dB
		1 5/8 "	-0,0356dB
3.	Loss Connector	-	-0,05dB
		2way	-3,2dB
		3way	-5,05dB
4.	Loss Splitter	2way	-3,2dB
		3way	-5,05dB
		4way	-6,25dB
5.	Loss Coupler	7dB	-7dB
		10dB	-10dB
6.	Loss HybridCoupler	-	-3dB
7.	Loss MBC	-	-6,5dB
8.	Gain AntenaIndoors	-	5dB
9.	Power BTS	-	40dBm

TEMS *Investigation 16* digunakan untuk *drive test* di luar ruangan (*outdoor*). Mulai versi 4 sudah dapat digunakan untuk *drive test* dalam ruangan (*indoor*). Menggunakan GPS (*Global Positioning System*) sebagai alat navigasi dan plotting parameter pada rute *drive test* yang dilalui. Disamping itu diperlukan juga software *Actix Analyzer* yaitu *software* yang digunakan untuk menyediakan ruang kerja terpadu dalam rangka mengotomatisasi lebih luas kegiatan pengukuran kualitas layanan jaringan selular. *ActixOne* adalah *platform multi-vendor*, multi-teknologi yang mendukung semua sumber data jaringan selular, yang komprehensif diagnostik otomatis dan algoritma solusi, yang mencari dan memberikan visualisasi, analisis dan kemampuan optimasi perangkat lunak melalui antarmuka berbasis web. *Actix* salah satu *software post processing* untuk analisa *log file drive test*. Dengan kemampuan *Actix* beberapa analisis global seperti RSCP, Ec/No, RSSI dapat dilakukan.

Dalam melakukan *walk test* di perlukan juga beberapa perangkat keras (*hardware*), yaitu: Laptop yang sudah terinstal *TEMS Investigation*, digunakan untuk display saat pengambilan data sebelum maupun sesudah pemasangan *repeater*. Selain itu, juga untuk mengolah data atau menganalisa data dengan menggunakan software *Actix Analyzer* untuk membantu dalam menganalisa data. *Handphone* Samsung S5 atau *mobile station* (MS) sebagaimana biasanya digunakan untuk menerima sinyal downlink dari BTS. Namun, pada MS ini dapat dilihat juga level sinyal dan kualitas sinyal yang diterima oleh MS tersebut dari BTS. Sebelumnya dilakukan beberapa pengaturan, yaitu

Lock WCDMA.. MS yang digunakan harus sudah terinstal TEMS sehingga dapat digunakan saat melakukan *walk test*.

Adapun range nilai nilai parameter komunikasi IBC, yaitu nilai RSCP dan nilai RSSI diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Range RSCP dan RSSI (ref. range dari Telkomsel dan XL)

	Nilai CPICH RSCP (dBm)	Keterangan
	-65 s/d 0	Sangat Bagus
	-75 s/d -65	Bagus
	-85 s/d -75	Cukup Bagus
	-95 s/d -85	Kurang bagus
	-120 s/d -95	Jelek

Sedangkan Key Performance Indicator dari kualitas Sinyal XL dan Tsel diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 3. KPI Kualitas Sinyal Jaringan IBC

No.	Parameter	Target
1.	Persentase penyebaran RSCP > -85dBm	> 95%
2.	Nilai rata2 RSCP	> -85dBm
3.	Nilai rata2 RSSI	> -85dBm
4.	Nilai Link Budget	< 40dB

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Link Budget dan EIRP Antena Indoors

Link budget dan EIRP Antena Indoor dihitung dengan persamaan (1) dan menggunakan spesifikasi perangkat yang ada dalam Tabel 1. Hasil diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 4. Link Budget dan EIRP Antena

Lantai	Link Budget (dB)																							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24
Lantai 2	11,6	12,1	10,8	13,2	12,3	11,6	9,8	10,2	9,7	10	9,9	12,1	11,1	9,9	9	9,2	9,6	9,4	8,5	8,3	8,5	12	11,7	10,8
Lantai 1	12	12	10,4	11,7	9,2	8,7	9,5	8,9	7,7	10,8	10,3	10,3	9,3	10,3	9,9	9	12,2	10,6	13,2	13,2	12,6	12,7	11,4	11,8
Ground	12,9	13,4	11,8	11,2	12,9	11,2	10,9	10,4	10,6	9,2	10,4	11,1	10,7	10,3	10	9,4	8	7,4	6,8	8,6	7,7	8,3	9,2	8,8
Lower Ground	11,1	12,6	15,1	13,1	13,3	13,1	12,4	12,4	12,6	12,6	10,9	12,8	13,1	10,3	9,3	8,1	9,1	10,9	12	12	9	11,2	10,7	
Basement	9,3	9,6	8,5	9,8	9,6	8,5	9,4	11,1	10,9	9,4	11,4	8,9	8,7	11,5	11,5	11,5	10,7	11,5	11	11,2	11,4	14	13,3	13

Link Budget (dB)																							
A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39	A40	A41	A42	A43	A44	A45	A46		
10,6	10,2	12,2	11,6	12,2	11,3	10,5	99,9	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,4	7,1	12,6	11,5	9,9	12,9	11,5	10,1	7,3	7,3	6,8	6,3	10,6	9,1	8,8	9	8,4	8	-	-	-	-	-	-
24,4	23,4	9,1	8,2	8,4	9,3	7,2	8	6,8	6,3	5,9	7,6	10,9	10,5	9,2	10,5	9	9,2	8,4	6,7	8,1	7,8	-	-
10	9	9,8	8,6	7,8	7,3	6,6	6	8,5	9,1	9,4	8,2	6,8	8	7,9	7,1	9,7	9,7	-	-	-	-	-	-
13,3	13,5	12,3	13,1	10,8	9,8	9,6	8,9	9,5	8,5	8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dari hasil perhitungan. diperoleh loss jaringan terbesar adalah 39dB dan loss jaringan

terkecil adalah 20,6dB, hasil ini memenuhi syarat karena masih dibawah nilai 40dB dari KPI. Dengan menggunakan BTS yang mempunyai daya 40dBm dan Antena Indoors yang mempunyai gain 5dB maka diperoleh EIRP Antena Indoors sebesar 6dBm sampai dengan 24,4dBm, seperti terlihat pada Tabel 3. Nilai EIRP Antena Indoors ini sudah sangat cukup untuk komunikasi di dalam Gedung Mall Alam Sutera.

Pengukuran Kualitas Sinyal Terima IBC

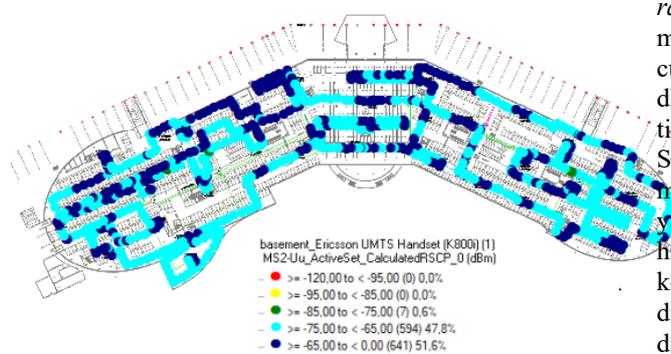
Setelah dilakukannya pengukuran sinyal pada antena *omni* dan *bidirectional* yang ada di area lantai *Basement*, lantai *Lower Ground*, lantai *Ground*, L1 dan L2 di Mall Alam Sutera diketahui bahwa beberapa antena *omni* dan antena *bidirectional* operator menghasilkan sinyal 3G.

Pengukuran sinyal dari antena *omni* dan antena *bidirectional* lantai *Basement*, lantai *Lower Ground*, lantai *Ground*, lantai 1 dan lantai 2 dilakukan dengan cara berjalan kaki mengelilingi bagian dalam gedung Mall Alam Sutra. Hasil pengukuran sinyal yang didapat untuk operator XL dan Telkomsel dengan cara *walktest* mode *dedicated* berupa data *logfile* yang dapat diolah dan terdiri dari presentase sebaran nilai daya code sinyal terima RSCP, dan indikator kuat sinyal terima carrier RSSI.

Presentase Sebaran Nilai RSCP

Kualitas sinyal RSCP operator XL yang dihasilkan setelah melakukan pengukuran dapat dilihat pada tap *map software* Actix Analyzer. Di dalam *map* tersebut telah di-*input* peta area gedung Mall Alam Sutra yang menunjukkan jalur yang dilalui pada saat melakukan *walktest*. Baik buruknya kualitas sinyal yang dihasilkan antena *omni* dan *bidirectional* pada lantai *Basement*, *Lower Ground*, *Ground*, L1 dan L2 ditunjukkan pada gambar *map walktest* berikut

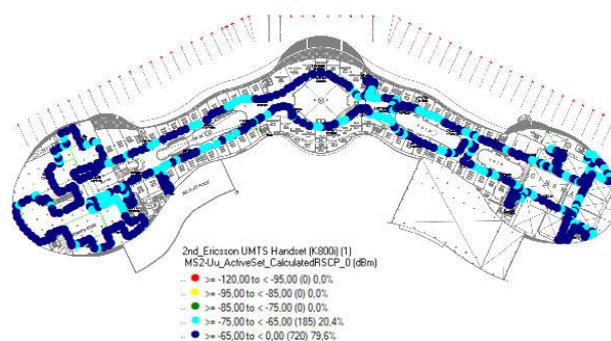
A. Operator XL



Gambar 4. Hasil Pengukuran Sinyal XL Lantai Basement

Gambar 4. memperlihatkan hasil pengukuran kualitas Sinyal RSCP untuk operator

XL di lantai *basement*. Pada gambar 4.. dapat dilihat untuk *range* nilai RSCP titik biru tua, biru muda dan hijau mewakili level sinyal sangat bagus, bagus dan cukup bagus yaitu rentang nilai dari -65 hingga 0 dBm untuk titik biru tua, -75 hingga -65 dBm untuk titik biru muda, dan -85dBm hingga -75dBm untuk titik hijau tua. Sedangkan titik berwarna kuning, dan merah mewakili level sinyal kurang bagus dan buruk, yaitu -95 hingga -85dBm untuk kuning, -120 hingga -95dBm untuk merah. Nilai RSCP dibawah -85dBm atau yang terukur antara dibawah -85dBm hingga 120dBm, tidak direkomendasikan. Nilai RSCP di *basement* telah mencapai target kpi, yaitu sebesar: sangat bagus 51,6% + bagus 47,8% + cukup bagus 0,6% = 100%, karena telah melebihi target kpi yang disyaratkan bahwa nilai RSCP yang diatas -85dBm harus lebih besar dari 95%. Disini dapat dilihat nilai *range* 0 hingga -85dBm telah mencapai target yaitu 100%, berarti layanan jaringan IBC untuk XL di lantai *basement* masih sangat bagus dan layak, dan belum perlu dilakukan perbaikan maupun penggantian peralatan yang dibutuhkan jaringan IBC untuk operator XL.



Gambar 5. Hasil Pengukuran Sinyal Lantai 2

Gambar 5.. memperlihatkan hasil pengukuran kualitas Sinyal RSCP untuk operator XL di *lantai-2*. Pada gambar 31. dapat dilihat untuk *range* nilai RSCP titik biru tua, biru muda dan hijau mewakili level sinyal sangat bagus, bagus dan cukup bagus yaitu rentang nilai dari -65 hingga 0 dBm untuk titik biru tua, -75 hingga -65 dBm untuk titik biru muda, dan -85dBm hingga -75dBm. Sedangkan titik berwarna kuning, dan merah mewakili level sinyal kurang bagus dan buruk, yaitu -95 hingga -85dBm untuk kuning, -120 hingga -95dBm untuk merah. Nilai RSCP lebih kecil dari -85dBm atau yang terukur antara dibawah -85dBm hingga 120dBm, tidak direkomendasikan. Nilai RSCP di *lantai-2* semuanya bernilai sangat bagus dan bagus, tidak ada yang bernilai cukup bagus dan telah mencapai target kpi, yaitu sebesar: sangat bagus 96,1% + bagus 3,9% + cukup bagus 0,0% = 100%, karena telah melebihi target kpi yang disyaratkan bahwa

nilai RSCP yang diatas -85dBm harus lebih besar dari 95%. Disini dapat dilihat nilai *range* 0 hingga -85dBm telah mencapai target yaitu 100%, berarti layanan jaringan IBC untuk XL di *lantai-2* masih sangat bagus dan layak, dan belum perlu dilakukan perbaikan maupun penggantian peralatan yang dibutuhkan jaringan IBC untuk operator XL.

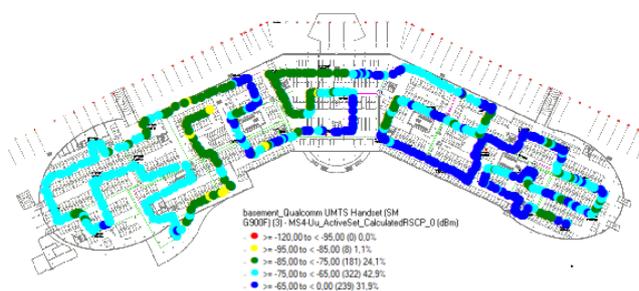
Dengan cara yang sama dilakukan juga pengukuran pada lantai Lower Ground, lantai Ground, dan Lantai-1, hasil pengukuran persentase sebaran untuk nilai RSCP sinyal XL pada setiap lantai yang bernilai lebih besar dari -85dBm disajikan dalam Tabel 5.

Pada tabel 5. dapat dilihat persentase nilai RSCP operator XL yg lebih besar dari -85dBm (sangat bagus) pada keseluruhan dalam Gedung telah mencapai $(100\%+99,9\%+100\%+100\%+100\%)/5 = 99,98\%$, lebih besar dari yg dipersyaratkan KPI 95%. Dan ini berarti bahwa kualitas layanan jaringan IBC untuk XL di Gedung Mall Alam Sutera, masih sangat layak tetap dioperasikan, dan belum perlu dilakukan perbaikan maupun penggantian peralatan yang dibutuhkan jaringan IBC untuk operator XL.

Tabel 5. Persentase WCDMA RSCP XL

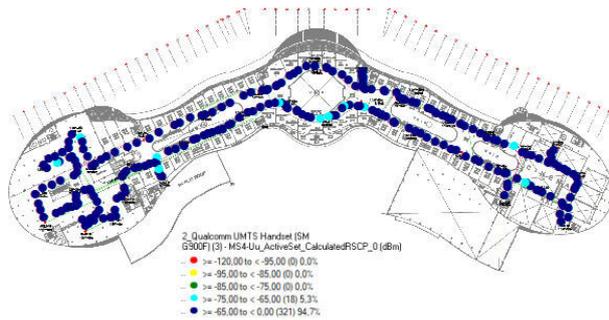
Lantai	Persentase Nilai RSCP				Q
	0 ~ -65 dBm	<-65 ~ >-75 dBm	<-75 ~ >-85 dBm	> -85 dBm	
LB	51,6%	47,8%	0,8%	100%	SB
LLG	66,5%	28,2%	5,2%	99,9%	SB
LG	96,1%	3,9%	0,0%	100%	SB
L-1	78,5%	21,5%	0,0%	100%	SB
L-2	79,6%	20,4%	0,0%	100%	SB

B. Operator Telkomsel



Gambar 6. Hasil Pengukuran Sinyal Telkomsel Lantai Basement

Gambar 6. memperlihatkan hasil pengukuran kualitas Sinyal RSCP untuk operator Tsel di *lantai-basement*. Pada gambar 32. dapat dilihat untuk *range* nilai RSCP titik biru tua, biru muda dan hijau, mewakili level sinyal sangat bagus, bagus dan cukup bagus yaitu rentang nilai dari -65 hingga 0 dBm untuk titik biru tua, -75 hingga -65 dBm untuk titik biru muda, dan -85dBm hingga -75dBm. Sedangkan titik berwarna kuning, dan merah mewakili level sinyal kurang bagus dan buruk, yaitu -95 hingga -85dBm untuk kuning, -120 hingga -95dBm untuk merah. Nilai RSCP lebih kecil dari -85dBm atau yang terukur antara dibawah -85dBm hingga 120dBm, tidak direkomendasikan. Presentase nilai RSCP di *lantai-basement* yang bernilai -65dBm ~ 0dBm (sangat bagus) hanya sebesar 31,9%, yang bernilai -75dBm ~ -65dBm(bagus) sebesar 42,9%, dan yang bernilai -85dBm ~ -75dBm(cukup bagus) sebesar 24,1%. Disini terlihat bahwa prosentase kualitas sinyal yg bernilai bagus lebih dominan, walaupun sinyal yang berkualitas sangat bagus sedikit dibawahnya. Namun bila prosentase kualitas sinyal dijumlahkan semuanya, yang bernilai sangat bagus, bagus, dan yang bernilai cukup bagus, masih dapat mencapai target kpi, yaitu sebesar: sangat bagus 31,9% + bagus 42,9% + cukup bagus 24,1% = 98,9%, karena telah melebihi target kpi yang disyaratkan bahwa nilai RSCP yang diatas -85dBm harus lebih besar dari 95%. Disini dapat dilihat nilai *range* 0 hingga -85dBm telah mencapai target yaitu 98,9%, berarti layanan jaringan IBC untuk XL di *lantai-basement* masih sangat bagus dan layak, dan belum perlu dilakukan perbaikan maupun penggantian peralatan yang dibutuhkan jaringan IBC untuk operator Tsel.



Gambar 7. Hasil Pengukuran Sinyal Lantai 2

Gambar 7. memperlihatkan hasil pengukuran kualitas Sinyal RSCP untuk operator Tsel di lantai-2. Pada gambar 36. dapat dilihat untuk range nilai RSCP titik biru tua, biru muda dan hijau mewakili level sinyal sangat bagus, bagus dan cukup bagus yaitu rentang nilai dari -65 hingga 0 dBm untuk titik biru tua, -75 hingga -65 dBm untuk titik biru muda, dan -85dBm hingga -75dBm. Sedangkan titik berwarna kuning, dan merah mewakili level sinyal kurang bagus dan buruk, yaitu -95 hingga -85dBm untuk kuning, -120 hingga -95dBm untuk merah. Nilai RSCP lebih kecil dari -85dBm atau yang terukur antara dibawah -85dBm hingga 120dBm, tidak direkomendasikan. Prosentase nilai RSCP di lantai-2 didominasi oleh yg bernilai sangat bagus 94,7% dan yg bernilai bagus hanya 5,3%, tidak ada yang bernilai cukup bagus, dan telah mencapai target kpi, yaitu sebesar: sangat bagus 94,7% + bagus 5,3% + cukup bagus 0,0% = 100%, karena telah melebihi target kpi yang disyaratkan bahwa nilai RSCP yang diatas -85dBm harus lebih besar dari 95%. Disini dapat dilihat nilai range 0 hingga -85dBm telah mencapai target yaitu 100%, berarti layanan jaringan IBC untuk Tsel di lantai-2 masih sangat bagus dan layak, dan belum perlu dilakukan perbaikan maupun penggantian peralatan yang dibutuhkan jaringan IBC untuk operator Tsel.

Dengan cara yang sama dilakukan juga pengukuran pada Lantai Lower Ground, Lantai Ground, dan Lantai-1, sehingga hasil pengukuran persentase untuk nilai RSCP sinyal Tsel pada setiap lantai yang bernilai lebih besar dari -85dBm disajikan dalam Tabel 6..

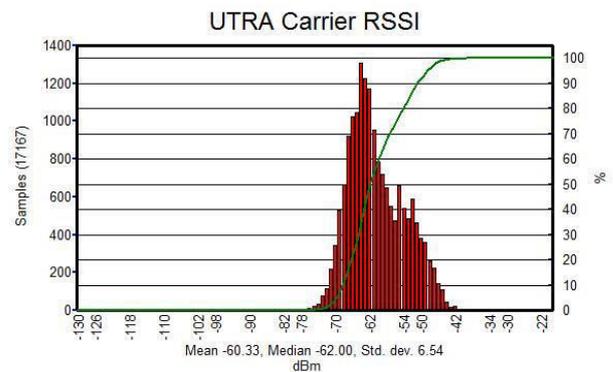
Tabel 6. Persentase WCDMA RSCP Telkomsel

Lantai	Persentase Nilai RSCP				Q
	0 ~ -65 dBm	<-65 ~ -75 dBm	<-75 ~ -85 dBm	> -85 dBm	
LB	31,9%	42,9%	24,1%	98,9%	SB
LLG	66,5%	28,2%	5,2%	92,1%	B
LG	90,8%	8,9%	0,2%	99,9%	SB
L-1	86,0%	13,3%	0,7%	100%	SB
L-2	94,7%	5,3%	0,0%	100%	SB

Pada Tabel 6. dapat dilihat persentase nilai RSCP operator Tsel yg lebih besar dari -85dBm (sangat bagus) pada Gedung Mall Alam Sutera, rata2 secara keseluruhan telah mencapai $(98,9\%+92,1\%+99,9\%+100\%+100\%)/5 = 98,18\%$, lebih besar dari yg dipersyaratkan KPI 95%. Dan ini berarti bahwa kualitas layanan jaringan IBC untuk Tsel di Gedung Mall Alam Sutera, masih sangat bagus dan sangat layak tetap dioperasikan, dan belum perlu dilakukan perbaikan maupun penggantian peralatan yang dibutuhkan jaringan IBC untuk operator Tsel.

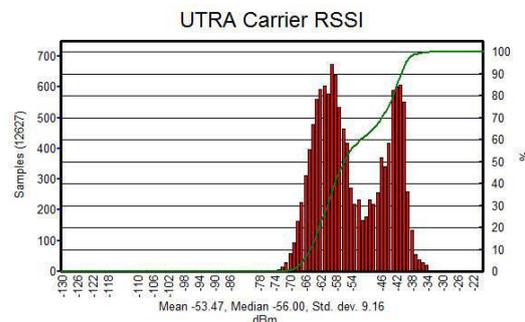
Distribusi Indikator Kuat Sinyal RSSI

A. Operator XL



Gambar 8. Grafik RSSI XL Basement

Gambar 8. diatas adalah gambar distribusi grafik dari nilai UTRA Carrier RSSI yang menunjukkan range nilai yang didapat pada saat melakukan pengukuran yaitu dari nilai -42 dBm sampai -78 dBm dengan samples 0 hingga 17167. Untuk nilai rata-rata nya adalah -60,33. Disini diperoleh bahwa nilai kuat sinyal RSSI pada lantai Basement sudah sangat bagus karena berada pada range 0dBm ~ -65dBm

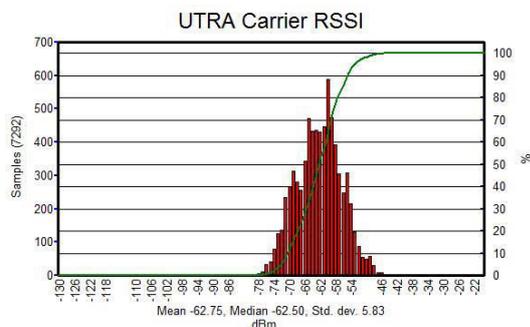


Gambar 9. Grafik RSSI XL Lantai 2

Gambar 9. diatas adalah gambar distribusi grafik dari nilai UTRA Carrier RSSI yang menunjukkan range nilai yang didapat pada saat

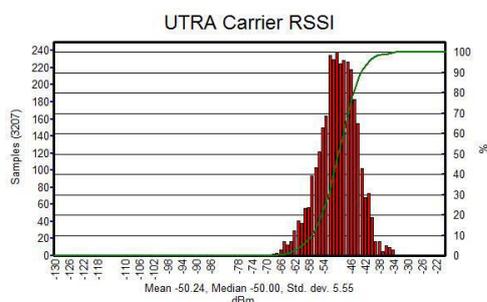
melakukan pengukuran yaitu dari nilai -34 dBm sampai -74 dBm dengan samples 0 hingga 12627. Untuk nilai rata-rata nya adalah -53,47dBm. Disini diperoleh bahwa nilai kuat sinyal RSSI pada lantai Basement sudah sangat bagus karena berada pada range 0dBm ~ -65dBm

B. Operator Telkomsel



Gambar 10. Grafik RSSI Telkomsel Basement

Gambar 10. diatas adalah gambar distribusi grafik dari nilai UTRA Carrier RSSI yang menunjukkan *range* nilai yang didapat pada saat melakukan pengukuran yaitu dari nilai -46 dBm sampai -78 dBm dengan samples 0 hingga 7292. Untuk nilai rata-rata nya adalah -62,75dBm. Disini diperoleh bahwa nilai kuat sinyal RSSI pada lantai Basement sudah sangat bagus karena berada pada range 0dBm ~ -65dBm



Gambar 11. Grafik RSSI Lantai 2 Telkomsel

Gambar 11. diatas adalah gambar distribusi grafik dari nilai UTRA Carrier RSSI yang menunjukkan *range* nilai yang didapat pada saat melakukan pengukuran yaitu dari nilai -34 dBm sampai -69 dBm dengan samples 0 hingga 3207. Untuk nilai rata-rata nya adalah -50,24dBm. Disini diperoleh bahwa nilai kuat sinyal RSSI pada lantai Basement sudah sangat bagus karena berada pada range 0dBm ~ -65dBm.

Dengan cara yang sama dilakukan juga pengukuran pada lantai Lower Ground, lantai Ground, dan Lantai-1, diperoleh nilai RSSI untuk operator XL dan Tsel, seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Nilai RSSI

Lantai	Operator	Nilai Rata2 RSSI	Q
LB	XL	-60,33dBm	SB
	Tsel	-62,75dBm	SB
LLG	XL	-57,59dBm	SB
	Tsel	-68,06dBm	B
LG	XL	-50,28dBm	SB
	Tsel	-54,53dBm	SB
L-1	XL	-54,27dBm	SB
	Tsel	-52,31dBm	SB
L-2	XL	-53,47dBm	SB
	Tsel	-50,24dBm	SB

Pada Tabel 7. dapat dilihat bahwa nilai kuat sinyal RSSI pada semua lantai untuk operator XL dan Tsel, sudah sangat bagus karena berada pada range 0dBm ~ -65dBm. Dan ini berarti bahwa dilihat dari aspek kualitas layanan RSSI jaringan IBC untuk XL dan Tsel di Gedung Mall Alam Sutera, masih sangat layak tetap dioperasikan, dan belum perlu dilakukan perbaikan maupun penggantian peralatan yang dibutuhkan jaringan IBC untuk operator XL dan Tsel.

4. SIMPULAN

Hasil perhitungan *link budget* dengan menggunakan BTS yang mempunyai daya 40dBm dan dengan memakai antena indoors yang mempunyai gain 5dB, diperoleh EIRP yang dipancarkan antena indoors di setiap lantai Gedung sudah sangat baik, nilai tertinggi sebesar 24,4 dBm dan nilai terendah sebesar 5,9 dBm. Hal ini karena loss jaringan berkisar antara 20,6 dB ~ 39dB masih dibawah 40dB yang disyaratkan.

Persentase sebaran nilai daya code sinyal terima RSCP pada operator XL semua lantai sangat baik telah mencapai target KPI, yaitu rata rata diatas 95%. Begitu juga untuk operator Telkomsel persentase sebaran nilai daya code sinyal terima RSCP sangat baik, telah mencapai target KPI yaitu rata rata diatas 95%

RSSI pada operator XL untuk semua lantai sangat bagus dan juga pada operator Telkomsel yang dinilai RSSI nya sangat bagus.

Hasil evaluasi ini menyatakan bahwa kinerja layanan komunikasi jaringan IBC Gedung Mall Alam Sutra masih layak dioperasikan

DAFTAR PUSTAKA

- Al-kautsar, Febrian. 2009. *Optimasi Pelayanan Jaringan berdasarkan drive test*. Skripsi. Teknik Elektro FT UI. Depok.
- Octari, Zulfadhli. 2013. *Analisis Link Budget Untuk Performansi Jaringan 2g Dan 3g Pada Implementasi Pembangunan Indoor Building Coverage (Ibc) Di Mal Ska Pekanbaru*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

- Pramanda, Pande Putu Wahyu, dkk. 2016. *Analisis Jaringan UMTS Pada Menara Rooftop Dengan Menggunakan Software Tems Investigation dan G-Nettrack Pro*. E-Journal SPEKTRUM. 3(1) : 47-53
- Puspitasari, Nila Febi. 2011. *Analisis RSSI (Receive Signal Strength Indicator) Ketinggian Perangkat WI-FI Dilingkungan Indoor*. Journal Ilmiah Dasi. 15(04) : 32-38.
- Ryan W, Panji. 2013. *Ilmu Praktis Radio Network Planning Untuk Pemula & Profesional*. Penerbit Nulisbuku.com
- Rachman, Harry. *Simulasi Cakupan Sistem Ibc (In-Building Coverage) Pada Komunikasi GSM*. Skripsi. Universitas Diponegoro Semarang.
- Sakti, Muhammad Giri, dkk. 2018. *Perencanaan Indoor Building Coverage (Ibc) Jaringan LTE Di Gedung Apartemen Suites @Metro*. e-Proceeding of Applied Science. 4(3) : 2828-2837
- Singh, Dharmendra. 2013. *Telecom 2G, 3G, 4G, RF LTE Drive Test, Optimization, IPv6 Study Materials : LTE Drive Test Parameters* .
- Tarigan, Eron. 2007. *Studi Perancangan Cakupan Sinyal Sistem WCDMA Di Dalam Ruangan*. Skripsi. Universitas Sumatra Utara. www.repository.usu.ac.id,
- Usman, Uke Kurniawan, Galuh Prihatmoko, Denny Kusuma Hendraningrat, Sigit Dedi Purwanto. 2012. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Bandung: Rekayasa Sains
- Wibisono, Gunawan. dkk. 2007. *Konsep Teknologi Seluler*. Penerbit Informatika Bandung, Bandung.
- Wardhana, Lingga. 2011. *2G/3G RF Planning and Optimization for Consultant*. Penerbit Nulisbuku.com