

Perencanaan Jaringan In-Building Coverage Di Gedung X

Sinka Wilyanti, S.T., M.T.¹⁾, Mauludi Manfaluthy, S.T., M.T.²⁾ & Drama Wicaksono³⁾

Institut Teknologi dan Kesehatan Jakarta
Jl. Jatiwaringin Raya No. 278, Pondok Gede 17411, Jakarta
Website: <https://itkj.ac.id>, E-mail: Sinka@itkj.ac.id, mauludi@itkj.ac.id, drama@itkj.ac.id

Abstrak – Saat ini, kebutuhan akan komunikasi bergerak semakin berkembang pesat, dengan bertambahnya pengguna telepon selular dan juga bertambahnya gedung-gedung pencakar langit dengan konstruksi yang menghambat sinyal selular untuk penetrasi ke dalam gedung tersebut. Hal ini menyebabkan komunikasi di dalam gedung bertingkat menjadi terganggu, untuk itu dibutuhkan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. In-Building Coverage akan menjadi solusi untuk permasalahan ini, dengan menggunakan model path loss slope yang telah banyak digunakan dalam perencanaan jaringan In-Building Coverage. Antena akan didistribusikan ke setiap lantai gedung, sehingga sinyal yang dipancarkan oleh antenna dapat menjangkau lebih dari 95% area gedung tersebut atau sesuai dengan kesepakatan antara pihak terkait. Sinyal yang dipancarkan oleh antenna tentunya dipengaruhi oleh link budget tiap antenna. Daya penerimaan antenna akan diukur dengan telepon genggam yang diinstal perangkat lunak Tera Pocket juga dengan metode walktest menggunakan telepon genggam dan laptop yang diinstal perangkat lunak Tera Investigation untuk melihat apakah sinyal yang dipancarkan sudah memenuhi standar dari operator selular. Dari hasil pengujian di lapangan, tidak terjadi gangguan dalam komunikasi selular di dalam gedung. Hasil pengujian di lantai Semi Basement didapat nilai RSCP rata-rata -48 dBm, di lantai 6 didapat nilai RSCP rata-rata -52 dBm dan di lantai 12 didapat nilai RSCP rata-rata -45 dBm.

Kata kunci: Jaringan IBC, Link Budget, In-Building Coverage.

Abstrak – At present, the need for mobile communication is growing rapidly, with the increase in cellular phone users and also the increase of skyscrapers with construction that inhibits cellular signals for penetration into the building. This causes disruption in communication in high rise buildings, for that we need a solution to overcome these problems. In-Building Coverage will be a solution to this problem, using the path loss slope model that has been widely used in planning for in-building coverage. Antennas will be distributed to each floor of the building, so that the signal emitted by the antenna can reach more than 95% of the building area or in accordance with an agreement between the parties concerned. The signal emitted by the antenna is certainly influenced by the link budget of each antenna. The antenna reception power will be measured by a mobile phone installed with Tera Pocket software as well as a walktest method using a mobile phone and a laptop installed with Tera Investigation software to see whether the signal emitted meets the standards of the cellular operator. From the results of tests in the field, there was no disruption in cellular communication in the building. Test results on the Semi Basement floor obtained an average RSCP value of -48 dBm, on the 6th floor an average RSCP value of -52 dBm was obtained and on the 12th floor an average RSCP value of -45 dBm was obtained.

Kata kunci: Jaringan IBC, Link Budget, In-Building Coverage.

1 Pendahuluan

Saat ini kebutuhan akan komunikasi semakin berkembang pesat, dengan bertambahnya pengguna telepon selular setiap harinya dan juga bertambahnya gedung-gedung pencakar langit dengan konstruksi yang menyulitkan sinyal

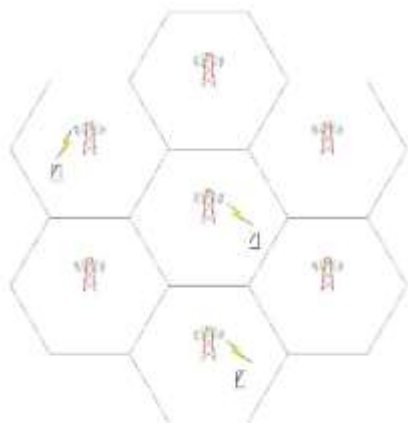
selular untuk penetrasi ke dalam gedung tersebut. Hal ini menyebabkan komunikasi di dalam gedung bertingkat menjadi terganggu, untuk itu dibutuhkan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Dengan In-Building Coverage yang menyediakan jaringan penguat sinyal di dalam gedung-gedung tersebut. In-Building Coverage mendistribusikan banyak antenna ke setiap lantai gedung bertingkat. Hal ini dapat mendukung mobilitas para pengguna seluler yang penggunaannya semakin meningkat. In-Building Coverage juga dapat mengatasi permasalahan buruk nya sinyal di dalam lift maupun basement.

2 Landasan Teori

Komunikasi seluler dikembangkan untuk mengatasi masalah keterbatasan spektrum frekuensi dan kapasitas yang kecil dari komunikasi nirkabel konvensional serta untuk mendukung mobillitas pengguna yang semakin tinggi [1].

Konsep seluler pada jaringan telepon seluler membagi daerah menjadi sel-sel dengan masing-masing sel diberikan daya *transmit* yang relatif kecil [2]. Konsep seluler menggunakan variabel *level* daya yang rendah, memperbolehkan ukuran sel disesuaikan dengan kepadatan pelanggan dan permintaan pada suatu area. Sebagaimana perkembangan populasi, sel dapat ditambahkan untuk mengakomodir pertumbuhan tersebut.



Gambar 1 Desain pembagian sel ideal

In-Building Coverage merupakan suatu sistem yang diterapkan dalam gedung untuk mendukung sistem luar gedung dalam memenuhi layanan seluler [3].

2.1. Material

Mengetahui jenis dan kegunaan *material* yang akan digunakan untuk perancangan *IBC* sangat diperlukan. *Material* yang umum digunakan memiliki nilai redaman yang berbeda, tergantung jenis dan frekuensi yang akan digunakan.

1) Antenna

Antenna Omnidirectional biasa disebut juga antenna *nondirectional* yaitu jenis *antenna* yang mempunyai pola pancaran ke segala arah atau jenis *antenna* yang tidak

memiliki pola pancaran ke satu arah tertentu. *Antenna* ini sering digunakan dalam hubungan komunikasi nirkabel jarak pendek, yang menghubungkan *point to multi-point* atau yang menghubungkan satu *point* pemancar ke banyak *point* penerima. Sehingga *antenna* ini dapat diletakan di tengah – tengah sebagai pemancar dan penerima pada posisi sekeliling *antenna*. *Antenna* ini memiliki sudut pancaran radiasi yang besar yaitu 360° atau satu putaran penuh pada sekelilingnya [4].

Gain antenna omni yang banyak digunakan untuk instalasi jaringan *IBC* saat ini adalah 5 dBm.



Gambar 2 Antenna omni

2) Feeder Cable

Feeder Cable adalah kabel yang digunakan untuk menyalurkan gelombang. Redaman *feeder cable* sangat dipengaruhi oleh luas penampang dan frekuensi yang digunakan. Berikut ini adalah tabel redaman *feeder cable*.

Tabel 1 Redaman *feeder cable*

Jenis	Redaman (dB/m)	
	1800 MHz	2100 MHz
Feeder Cable ½"	0.0996	0.109
Feeder Cable ⅞"	0.0563	0.0615
Feeder Cable 1¼"	0.0415	0.0455



Gambar 3 Feeder Cable

3) Power Splitter

Power Splitter adalah suatu komponen untuk membagi sinyal *RF* menjadi dua, tiga atau lebih. Seperti halnya *feeder cable*, tiap *Splitter* memiliki redaman yang berbeda.

Tabel 2 Redaman Power Splitter

Power Splitter	Redaman (dB)
Splitter 2-Way	3.3
Splitter 3-Way	5.1
Splitter 4-Way	6.3



Gambar 4 Power Splitter

4) Connector

Connector dipasang pada ujung tiap *feeder cable* agar dapat dihubungkan ke komponen-komponen lainnya. *Connector* yang dipergunakan dalam perencanaan *IBC* biasanya memiliki 2 jenis, yaitu *Din* dan *N*. Nilai redaman tiap *connector* adalah 0.15 dB.



Gambar 5 Connector

5) Jumper

Jumper digunakan untuk menyambungkan komponen satu dengan lainnya. *Loss jumper* dipengaruhi oleh panjang *jumper* tersebut.

Tabel 3 Redaman Jumper

Jumper	Redaman (dB)
Jumper 0.3 meter	0.16
Jumper 1 meter	0.24
Jumper 3 meter	0.46
Jumper 5 meter	0.68



Gambar 6 Jumper Cable N Male - N Male 30cm

6) Combiner

Combiner adalah alat yang digunakan untuk menggabungkan dua atau lebih frekuensi yang berbeda [5].

Tabel 4 Redaman Combiner

Combiner	Redaman (dB)
Hybrid Coupler	3
Wideband Combiner	6.4



Gambar 7 Wideband Combiner 698-2700 MHz (4in, 4Out) - Din Female Port

2.2. Link Budget

Perhitungan *link budget* dibutuhkan dalam perencanaan *In-Building Coverage* untuk dapat mengetahui seberapa luas jangkauan dari sebuah *antenna* pada frekuensi tertentu.

1) Effective Isotropic Radiated Power

Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) adalah penjumlahan antara daya pancar dengan *gain* (penguatan) *antenna* dari pemancar [6]. *EIRP* dapat dihitung dengan persamaan [7];

$$EIRP = P_{TX} + G_{TX} - L_{TX}$$

P_{TX} : Daya pancar (dBm)

L_{TX} : Rugi-rugi daya (dB)

G_{TX} : Penguatan antenna (dBi)

2) Free Space Loss

Free Space Loss (FSL) adalah rugi-rugi daya yang dipancarkan oleh *antenna*. *Free Space loss* sangat dipengaruhi oleh jarak antara pemancar dan penerima, frekuensi dan keadaan yang dilaluinya. Nilai *Free Space Loss* dapat dihitung dengan persamaan [8];

$$FSL = 32.44 + 20(\log f) + 20(\log d)$$

f : Frekuensi (MHz)

d : Jarak (km)

3) Path Loss

Path loss (PL) adalah redaman yang terjadi ketika sinyal melewati media udara dari *antenna* pemancar ke *antenna* penerima dalam jarak tertentu. Besaran *path loss* dapat dihitung dengan persamaan [9];

$$Path Loss = FSL \text{ at } 1M + PLS * \log (d)$$

FSL at 1M : Free Space Loss pada jarak 1 meter

PLS : Koefisien In Building

d : Jarak (m)

4) Allowable Path Loss

Allowable Path Loss (APL) adalah nilai maksimal *path loss* yang diperbolehkan. *APL* dapat dihitung dengan persamaan [9];

$$APL = EIRP - R_{x \text{ Min}}$$

EIRP : EIRP (dBm)

$R_{x \text{ Min}}$: Nilai minimum penerimaan yang ditentukan oleh perusahaan atau *Operator* Seluler (dBm)

5) Antenna Service Radius

Antenna Service Radius adalah perhitungan perkiraan cakupan *antenna*. Hal ini untuk mengetahui seberapa jauh perkiraan *antenna* dapat menjangkau area tersebut. Persamaan untuk mengetahui *antenna radius* adalah [9];

APL : Allowable Pathloss

FSL at 1m : Free Space Loss pada jarak 1 meter

PLS : Koefisien Path Loss Slope, disesuaikan dengan keadaan di lapangan

6) Receive Signal Level

Receive Signal Level adalah daya pancar yang diterima oleh *receiver*. *RSL* dapat dihitung dengan persamaan [10];

$$RSL = EIRP - Path Loss + G_{RX} - L_{RX}$$

2.3. Model PLS

Model yang banyak digunakan untuk menghitung *IBC* adalah *path loss slope model (PLS)*. *PLS* ini memiliki atenuasi yang berbeda untuk berbagai jenis lingkungan dan frekuensi. Model umum didasarkan pada analisis dari sejumlah besar sampel pengukuran di berbagai jenis lingkungan [11] [12].

Tabel 5 PLS

No	Type Of Environment	PLS
1	Open Environment	30.1
2	Moderately Open Environment	32
3	Slightly Dense Environment	3.1
4	Moderately Dense Environment	34.8
5	Dense Environment	38.1

Keterangan;

- *Open Environment*: Parkir, Basement, Convention Center
- *Moderately Open Environment*: Pabrik, Gudang, Bandara
- *Slightly Dense Environment*: Mall
- *Moderately dense environment*: Perkantoran
- *Dense environment*: Rumah sakit

2.4. Walktest

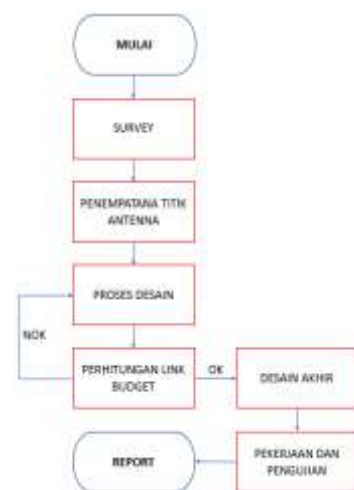
Walktest adalah suatu metode pengukuran sinyal dengan menggunakan perangkat keras komputer jinjing, telepon selular atau *tablet* yang telah terpasang perangkat lunak yang dapat menampilkan nilai sinyal suatu *operator* selular [7].

Hasil pengukuran biasanya direkam untuk dapat dipergunakan untuk keperluan tertentu, misalnya untuk mengetahui area yang sinyalnya belum maksimal.

2.5. Spotcheck

Spotcheck merupakan suatu metode pengukuran kekuatan *receive signal level* di bawah *antenna*. *Spotcheck* dilakukan dengan menggunakan telepon selular yang sudah terpasang aplikasi yang dapat menampilkan nilai *receive signal level* sesuai standar *operator* selular.

3 Metodologi Penelitian



Gambar 8 Flowchart

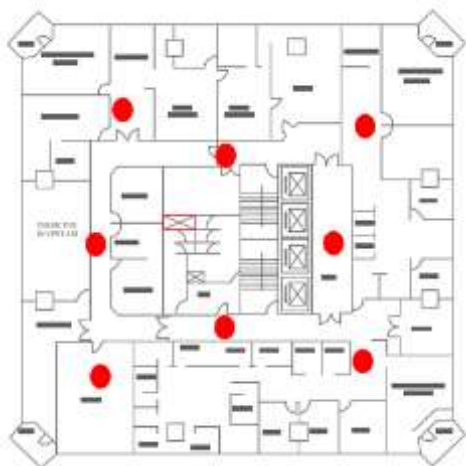
Pada dasarnya perencanaan *IBC* ini dikerjakan dalam lima tahap, yaitu;

1) Site Survey

Site survey dilakukan untuk dapat mengetahui kondisi di lapangan, luas area yang akan dipasang, akses, penempatan *BTS*, penempatan *antenna* [13].

2) Perkiraan Penempatan Titik Antenna

Antenna ditempatkan di titik-titik tertentu di dalam gedung yang dapat menjangkau area dalam Gedung.



Gambar 9 Perkiraan penempatan titik antenna

3) Membuat Draft Design

Setelah informasi yang dibutuhkan telah dilengkapi pada saat *site survey*, selanjutnya adalah membuat *draft design* berdasarkan *coverage commitment* [14] [15].

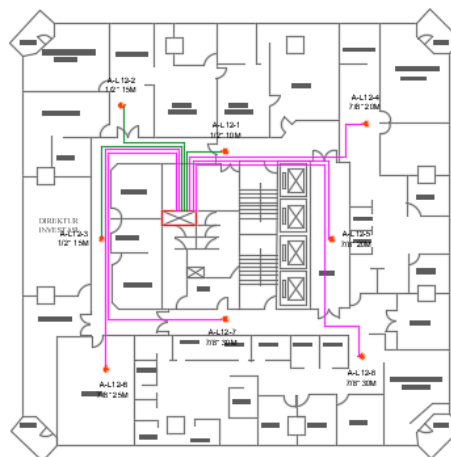


Gambar 10 Coverage Commitment

Desain yang diperlukan dalam pembuatan *draft* ini adalah;

Cable Route & Antenna Location

Yaitu gambar yang menjelaskan rute untuk *feeder cable* dan penempatan *antenna omni* di area gedung tersebut.



Gambar 11 Cable Route & Antenna Location

Yang harus diperhatikan untuk penempatan *antenna* ini adalah lokasi atau titik pemasangan di lapangan.

Schematic Diagram

Schematic diagram adalah desain yang memperlihatkan susunan material atau komponen yang digunakan. *Schematic diagram* sangat penting untuk menentukan *EIRP* dan *path loss* dari sebuah *antenna*.



Gambar 12 Schematic Diagram

4) Kalkulasi Link Budget

Menghitung *link budget* agar dapat diperkirakan *radius service antenna*.

Menghitung EIRP

Berikut ini adalah daftar material yang dipergunakan untuk *antenna 1* di lantai 12.

Tabel 6 Loss material Antenna 1 di lantai 12

No	Material	Type	Loss	Qty	Unit	Total
1	Jumper BTS to Combiner	5 meter	0.68	1	pc	0.68
2	Wideband Combiner	4 in - 4 out	6.4	1	pc	6.4
3	Jumper	1 meter	0.24	2	pcs	0.48
4	Jumper	0.3 meter	0.16	2	pcs	0.32
5	Connector	N	0.15	4	pcs	0.6
6	Splitter	2 Way	3.3	1	pc	3.3
7	Splitter	4 Way	6.4	2	pcs	12.8
8	Feeder (Backbone)	7/8"	0.062	50	m	3.075
9	Feeder Antenna	1/2"	0.109	10	m	1.09
			Total Loss			28.745

$$\begin{aligned}
 A-L12-1 &= \text{Tx Power} - \text{Loss} + \text{Gain Antenna} \\
 &= 33\text{dBm} - 28.745 + 5 \\
 &= 9.255 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

Menghitung Free Space Loss

$$\begin{aligned}
 FSL &= 32.44 + 20(\log f) + 20(\log d) \\
 &= 32.44 + 20 * \log(2100) + 20 * \log(0.001) \\
 &= 38.88 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Menghitung Allowable Path Loss

$$\begin{aligned}
 APL &= EIRP - RX \text{ Min} \\
 APL_{A-L12-1} &= 9.26 - (-80) \\
 &= 89.26 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Menghitung Antenna Service Radius

Setelah semua nilai yang dibutuhkan didapat, dapat dilanjutkan dengan menghitung *antenna service radius*.

$$\begin{aligned}
 A - L12 - 1 &= 10^{\frac{APL - FSL \text{ at } 1m}{PLS}} \\
 &= 10^{\frac{89.26 - 38.88}{34.8}} \\
 &= 28.02 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

5) Desain Akhir

Jika perhitungan *link budget antenna* dapat memenuhi kriteria, maka dibuat desain akhirnya sesuai dengan daya pancar yang telah dihitung.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1. Perhitungan Received Signal Level

Received signal level dihitung untuk dapat dibandingkan dengan pengukuran di lapangan.

$$\begin{aligned}
 FSL \text{ 2.1GHz} &= 32.44 + 20 * \log f + 20 * \log d \\
 &= 32.44 + 20 * \log(2100) + 20 \\
 &\quad * \log(0.001) = 38.88\text{dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Path Loss 2.1GHz pada jarak 5 meter} \\
 &= FSL + PLS * \log d
 \end{aligned}$$

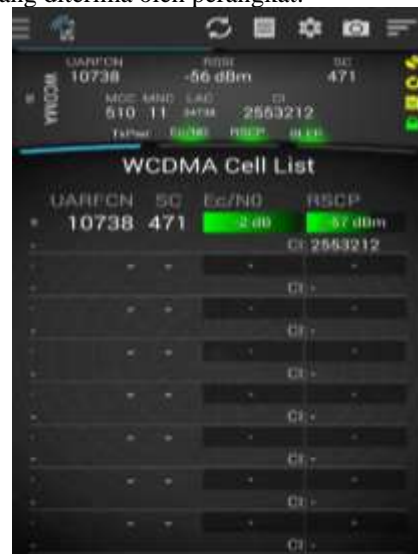
$$= 38.88 + 34.8 * \log(5) = 63.2 \text{ dB}$$

$$RSL = EIRP - \text{Path Loss} + G_{RX} - L_{RX}$$

$$\begin{aligned}
 RSL_{A-L12-1} &= EIRP - \text{Path Loss} + G_{RX} - L_{RX} \\
 &= 9.26 - 63.2 + 0 - 0 \\
 &= -55.18 \text{ dBm}
 \end{aligned}$$

4.2. Pengukuran Signal Level

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat bernama *tems pocket* yang memungkinkan untuk mengetahui besaran yang diterima oleh perangkat.



Gambar 13 Hasil spotcheck A-L12-1

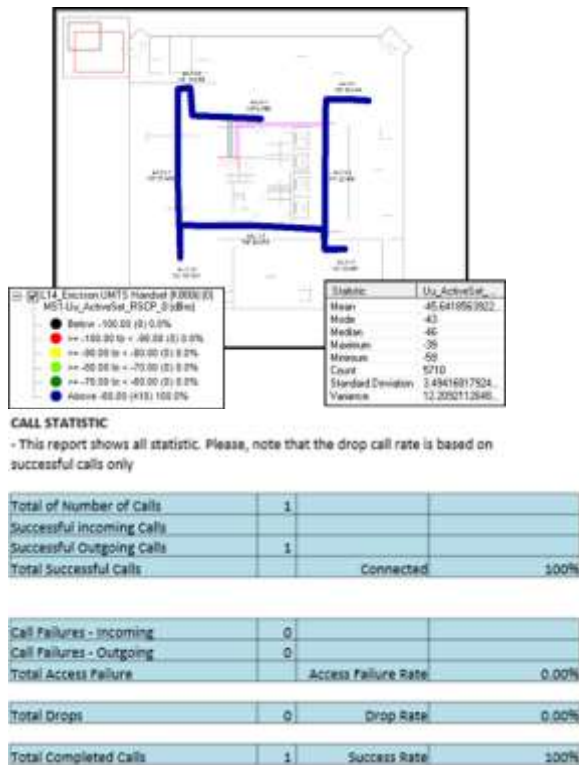
Tabel 7 Perbandingan RSL

No	Nama Antenna	Received Signal Level at 5m			
		Perhitungan	Pengukuran	Unit	Deviasi
1	A-L12-8	-55.18	-65	dBm	15%
2	A-L12-7	-55.18	-61	dBm	10%
3	A-L12-6	-54.88	-58	dBm	5%
4	A-L12-5	-54.57	-65	dBm	16%
5	A-L12-4	-54.57	-58	dBm	6%
6	A-L12-3	-54.49	-60	dBm	9%
7	A-L12-2	-54.49	-59	dBm	8%
8	A-L12-1	-53.95	-57	dBm	5%
9	A-L6-8	-57.64	-68	dBm	15%
10	A-L6-7	-57.64	-58	dBm	1%
11	A-L6-6	-57.34	-60	dBm	4%
12	A-L6-5	-57.03	-61	dBm	7%
13	A-L6-4	-57.03	-69	dBm	17%
14	A-L6-3	-56.95	-64	dBm	11%
15	A-L6-2	-56.95	-58	dBm	2%
16	A-L6-1	-56.41	-58	dBm	3%
17	A-SB-2	-53.97	-57	dBm	5%
18	A-SB-1	-53.05	-57	dBm	7%
			Rata-Rata		8%

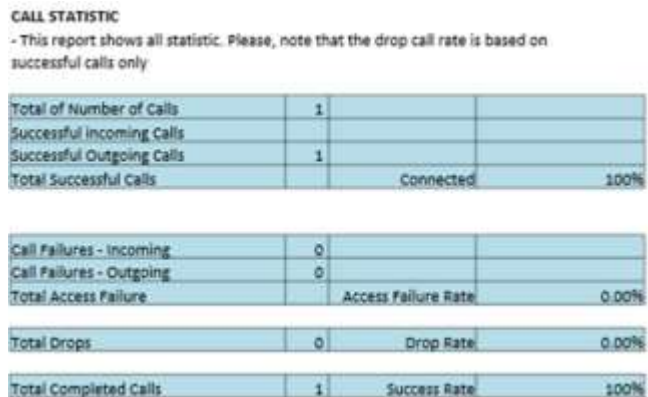
4.3. Pengujian dengan metode Walktest

Walktest dilakukan dengan menggunakan perangkat laptop yang telah terpasang perangkat lunak khusus yang disambungkan dengan *tems pocket*.

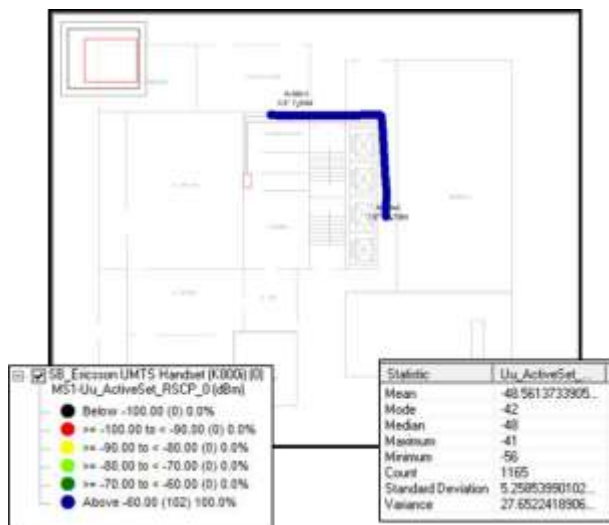
Pengujian dengan metode ini untuk mengetahui *RSL* pada saat melakukan panggilan telepon dan kualitasnya.



Gambar 14 Hasil Walktest di lantai 12



Gambar 15 Walktest di lantai 6



Gambar 16 Walktest di lantai Semi Basement

5 Kesimpulan

Hasil pengujian di lantai *Semi Basement* didapat nilai *RSCP* rata-rata -48 dBm, di lantai 6 didapat nilai *RSCP* rata-rata -52 dBm dan di lantai 12 didapat nilai *RSCP* rata-rata -45 dBm (*dedicate*).

Sedangkan pada saat *idle* nilai *RSCP* yang didapat rata-rata -60.7 dBm pada jarak 5 meter dari *antenna*. Terjadi penyimpangan sekitar 8% dari perhitungan awal yang nilai rata-ratanya adalah -55.6 dBm.

Kepustakaan

- [1] M. G. Sakti, Y. S. Rohmah dan G. P. Fitrianto, "PERENCANAAN INDOOR BUILDING COVERAGE (IBC) JARINGAN LTE DI GEDUNG APARTEMEN SUITES @METRO," e-Proceeding of Applied Science, vol. 4, pp. 2828-2837, 2018.
- [2] G. Wibisono, U. K. Usman dan G. D. Hantoro, Konsep Teknologi Seluler, Bandung: Informatika Bandung, 2008.
- [3] A. Hikmaturokhman, L. Berlianti dan W. Pamungkas, "Analisa Model Propagasi Cost 231 Multi Wall pada Perancangan Jaringan Indoor Femtocell HSDPA menggunakan Radiowave Propagation Simulator," Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi) 2015, pp. E1-E9, 2015.
- [4] M. Hanafi, P. Sedianingsih dan F. Imansyah, "Analisa Perancangan Antena Omni Vertikal Sebagai Tranxceiver Penguat Router Wifi Dengan Frekuensi 2,4 GHz," Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, vol. I, pp. 1-7, 2017.
- [5] Ardiansyah dan D. W. Astuti, "ANALISA PERFORMANSI RECEIVED TOTAL WIDEBAND POWER (RTWP) TERHADAP KUALITAS PERFORMANSI JARINGAN PADA JARINGAN WCDMA IBC TELKOMSEL," Jurnal Teknologi Elektro, vol. 7, pp. 84-94, 2016.
- [6] D. M. M. Yudha, D. M. M. Yudha dan N. I. ER, "ANALISIS PARAMETER JARINGAN HSDPA KONDISI INDOOR DENGAN TEMS INVESTIGATION DAN G-NETTRACK PRO," E-Journal SPEKTRUM, vol. 3, no. 1, pp. 40-46, 2016.
- [7] A. D. Widowatie, L. D. M and A. Hariyadi, "OPTIMASI PENEMPATAN ELECTRONIC DATA CAPTURE (EDC) BERBASIS DRIVE TEST 3G DI GEDUNG PUSAT PERBELANJAAN," Jurnal JARTEL, vol. 6, no. 1, pp. 167-171, 2018.
- [8] L. S. Arsasiwi, J. M. Bonatua, H. Mahmudah dan A. Wijayanti, "ANALISA PERHITUNGAN LINK BUDGET SISTEM KOMUNIKASI ANTAR ELABUHAN MENGGUNAKAN KANAL HF," Prosiding SENTIA, vol. 8, pp. D79-D84, 2016.
- [9] M. Tolstrup, Indoor Radio Planning A Practical Guide for GSM, DCS, UMTS and HSPA, Chichester: A John Wiley & Sons, Ltd, 2008, p. 344.
- [10] F. Bacharuddin, S. Budiyo and L. E. P. Siagian, "Analisa Link Budget Dalam Menentukan Titik Antena Pada Sistem DCS1800 Dan UMTS2100 Di Gedung IKEA Tangerang," pp. 141-153, 2015.
- [11] K. K. Pinem dan N. Mubarakah, "Analisis Link Budget Pada Pembangunan BTS RoofTop Cemara IV Sistem Telekomunikasi Seluler Berbasis GSM," vol. 9, pp. 144-148, 2014.
- [12] A. Hikmaturokhman, L. Berlianti dan W. Pamungkas, "Analisa Model Propagasi Cost 231 Multi Wall pada Perancangan Jaringan Indoor Femtocell HSDPA menggunakan Radiowave Propagation Simulator," Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi) 2015, pp. E1-E9, 2015.
- [13] Akmal dan Y. Rahayu, "Perancangan Jaringan Femtocell Pada Jaringan 3G Di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau," Jom FTEKNIK, vol. 4, no. 2, pp. 1-11, 2017.
- [14] H. Yuliana, A. Charisma and Sunubroto, "Perencanaan dan Simulasi Indoor Building Coverage (IBC) Pada Jaringan Long Term Evolution (LTE) menggunakan Radiowave Propagation Simulation (RPS)," Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2018, pp. 1-10, 2018.
- [15] Triyanti dan Febrizal, "Perancangan Jaringan LTE (Long Term Evolution) Indoor di Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau," Jom FTEKNIK, vol. 4, no. 1, pp. 1-7, 2017.