PERENCANAAN *INDOOR BUILDING COVERAGE* PADA JARINGAN LTE FDD DI GEDUNG APARTEMEN THE EDGE CIMAHI

Indoor Building Coverage Planning on LTE FDD Network in The Edge Apartment Building Cimahi

Enggar Sandy Susetya[1], Atik Novianti, S.ST., M.T.[2], Sigit Tri Cahyono, S.T., M.BA[3]

[1,2,3]Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University

[1]enggarsandy@student.telkomuniversity.ac.id, [2] atiknovianti @tass.telkomuniveristy.ac.id, [3]sigittri@gmail.com

Abstrak

Gedung pasar Baru Square merupakan pusat perbelanjaan yang ramai dikunjungi oleh masyarakat Bandung. Kualitas jaringan di dalam gedung menjadi kebutuhan penting untuk memenuhi layanan jaringan LTE. Di tempat yang tertutup dengan meterial dinding bangunan serta padatnya bangunan dan tinggi bangunan di sekitar gedung menyebabkan kualitas sinyal *e-NodeB* yang diterima *user* di dalam gedung berbeda dengan kualitas sinyal di luar gedung, karena terjadinya pelemahan sinyal. Hal ini disebabkan karena redaman yang menyebabkan sinyal *e-NodeB* terhalang masuk ke dalam gedung. Agar seluruh *user* pada area tersebut dapat terlayani maka diperlukan adanya perencanaan *Indoor Building Coverage* (IBC), khususnya pada jaringan LTE. Berdasarkan hasil *initial walk test* menghasilkan nilai rata-rata RSRP < -90 dBm dan SINR < 6 dB yang menunjukkan performansi jaringan buruk.

Perencanaan instalasi IBC adalah solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam melakukan perencanaan IBC dilakukan perhitungan *capacity* dan *coverage*, menggunakan *software TEMS Pocket* untuk mengetahui nilai dari parameter RSRP dan SINR pada tahapan *walk test before*, dan melakukan simulasi menggunakan *software* RPS. Target hasil simulasi dari perencanaan yaitu > -90 dBm untuk rata – rata nilai RSRP dan > 6 dBm untuk rata-rata nilai SINR.

Melalui perhitungan *coverage* dan *capacity planning* didapatkan 2 sektor dan 3 antena untuk setiap lantainnya. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh rata-rata SINR berkisar 14,63 dB hingga 31,71 dB dan rata-rata nilai RSRP > -68,98 dBm sampai dengan -55,01 dBm. Dengan demikian hasil perencanaan telah memenuhi standar parameter operator 3.

Kata Kunci: *Indoor Building Coverage, Capacity Planning, Coverage Planning,* RPS, RSRP, SINR, LTE.

Abstract

Pasar Baru Square building is one of crowded shopping center in Bandung. The good network quality inside the building is an important requirement to fulfill LTE technology services. In a closed area with a building wall, the density of the building, and the height of the building cause the quality of eNodeB signal received by the user inside is different with the signal quality outside the building, due to signal attenuation. The main factor is the attenuation that causes eNodeB signals are blocked. Therefore it is necessary to have an Indoor Building Coverage plan on the LTE network to serve all users in the building. Based on the results of initial walk test, the average RSRP value is <-90 dBm and SINR <6 dB that indicate poor network quality.

Indoor Building Coverage (IBC) installation planning is the right solution to overcome these problems. In IBC planning, capacity and coverage are calculated, then determine the value of the RSRP and SINR parameters using TEMS Pocket software at the walk test before stage, and simulating by RPS software. The simulation results target of the planning are >-90 dBm for the average RSRP value and the average SINR value in >6dB.

Through the calculation of coverage and capacity planning obtained 2 sectors and 3 antennas for each floor. Based on the simulation results, the average SINR ranges from 14.63 dB to 31.71 dB and the average RSRP value is -68,98 dBm to -55,01 dBm. Thus the results of planning have met the operator parameters tandards 3.

Keywords*: Indoor Building Coverage, Capacity Planning, Coverage Planning, RPS, RSRP, SINR, LTE.*

1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan teknologi sangat pesat, termasuk pekermbangan teknologi telekomunikasi. Dalam perkembangan telekomunikasi selalu menciptakan teknologi dan layanan terbaru yang membuat teknologi ini semakin dekat dengan para penggunanya dengan berbagai layanan yang ditawarkan dan dengan kecepatan data yang tinggi. Dari *user* di tuntut untuk dapat memenuhi memenuhi kebutuhan komunikasi dengan kecepatan data yang tinggi, kapasitas yang besar serta area akses yang besar serta mobilitas yang tinggi dimanapun *user* berada baik di dalam gedung maupun diluar gedung.

LTE yang dikembangkan oleh 3GPP hadir dengan sebuah evolusi baru yang menawarkan kapasitas dan *data* rate dengan kecepatan akses yang tinggi. [13] Maraknya pembangunan gedung beringkat dan kepadatan pembangunan dengan material yang baik menghasilkan gedung yang kokoh sangat berpengaruh pada komunikasi seluler, karena menghasilkan redaman sinyal yang besar yang menyebabkan *cell outdoor* tidak dapat dijangkau oleh *user* yang berada dalam gedung bertingkat tersebut.

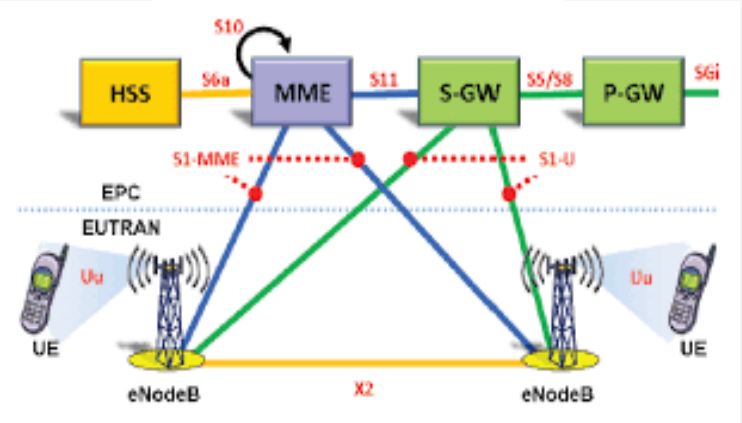
Gedung Pasar Baru Square merupakan salah satu pusat perbelanjaan dan hotel yang ada di Kota Bandung. Pasar Baru Square menjadi pusat bisnis untuk masyarakat Bandung seperti halnya berbelanja busana muslim, textile, aksesoris serta hotel dengan kelas atas. Sehingga memerlukan adanya akses data dengan kecepatan yang tinggi untuk menunjang aktivitas bisnis yang ada pada gedung tersebut, seperti halnya layanan m-*banking*, m-*shopping*, dan *m-learning*. Untuk memenuhi layanan teknologi LTE di dalam gedung maka diperlukan perencanaan pembangunan jaringan *indoor* LTE didalam gedung tersebut yang dapat menjangkau semua sisi gedung yang tidak dapat terjangkau oleh *cell outdoor*.

Pada penelitian [13] membahas mengenai Perancangan dan Analisis Jaringan *Indoor Femtocell* LTE 2300 Mhz pada gedung *Java Heritage Hotel* Purwokerto. Pada penelitian ini dilakukan Perencanaan *Indoor Building Coverage* Pada Jaringan LTE FDD di Gedung Pasar Baru Square menggunakan *software* simulasi *Radio Propagation Simulator* dengan spesifikasi frekuensi 1800Mhz dengan *bandwidth* 10 Mhz. Parameter yang diamati adalah *Reference Signal Received Power* (RSRP) dan *Signal to Noise Interference Ratio* (SINR).

2. Dasar Teori

2.1 *Long Term Evolution* (LTE)

LTE adalah teknologi terbaru dari teknologi sebelumnya yang dikembangkan berdasarkan standar 3GPP. Projek LTE ini disebut sebagai teknologi seluler generasi keempat (4G) yang merupakan pengembangan dari teknologi seluler sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3,5G). Dengan menggunakan arsitektur yang sederhana. LTE dapat memberikan cakupan dan kapasitas layanan yang lebih besar, mengurangi biaya operasional, mendukung penggunaan *multiple-antenna*, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth*, serta dapat terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada sebelumnya. [2]



Gambar 2.1 Arsitektur LTE

2.2 *Indoor Building Coverage*

Indoor Building Coverage adalah suatu sistem yang digunakan untuk memperluas dan mendistribusikan sinyal seluler untuk meperkuat cakupan sinyal di dalam gedung menjadi baik, seperti di luar gedung. Hal ini dilakukan untuk melayani komunikasi seluler berkualitas tinggi yang ada di dalam ruangan seperti kantor,pusat perbelanjaan, rumah sakit dan bandara.[1]

IBC dilakukan jika suatu gedung terdapat trafik yang padat dan sinyal yang buruk. Pada gedung pusat perbelanjaan/bisnis merupakan gedung yang mempunyai trafik yang sangat tinggi, hal tersebut mempengaruhi kualitas sinyal yang ada pada gedung tersebut. Selain itu, material gedung juga berpengaruh pada kualitas sinyal., misalnya gedung dengan material beton, kayu, kaca, dan bata ringan dapat menyebabkan redaman dan akan mengakibatkan penurunan daya.

Cara kerja dari IBC yaitu dengan menggunakan perangkat pemancar dan penerima di dalam gedung. Hal itu dilakukan untuk dapat memenuhi kepadatan trafik, kualitas sinyal dan kebutuhan telekomunikasi yang ada dalam gedung tersebut. IBC di gedung dilakukan dengan cara memasang *transmitter* atau antena yang terdistribusi di seluruh lantai pada gedung tersebut. Yang membedakan adalah jumlah perangkat yang digunakan sperti *slitter*, *connector*, dan antena yang akan digunakan.

2.3 Sistem Antena *Indoor*

Kebutuhan site-site indoor di daerah perkotaan sangat besar. Terutama untuk di daerah kota metropolitan yang memiliki area dalam ruangan yang padat, dengan gedung-gedung tinggi, seperti pusat perbelanjaan, hotel, perkantoran, dan pusat bisnis. Membutuhkan kualitas layanan setinggi mungkin yang biasanya tidak dapat dipenuhi dengan mengandalkan *coverage site* makro. Untuk menyediakan *coverage* dan kualitas sinyal yang dominan diperlukan jaringan antena seluler didalam gedung. Jaringan seluler antena tersebut adalah *Distributed Antenna System* (DAS). Das ada tiga jenis yaitu *Active* DAS yang menggunakan *fiber optic*, *Passive* DAS yang masih menggunakan kabel *coaxial* untuk saluran antenanya dan *Hybrid* DAS adalah kombinasi dari *Active* DAS dan *Passive* DAS.

Distributed Antenna System (DAS) adalah sistem untuk menyediakan cakupan radio dalam ruangan. DAS dalam ruangan mendistribusikan sinyal frekuensi radio (RF) dari sumber (BTS) ke sejumlah antena yang tersebar di dalam ruangan. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan *blankspot / badspot.* [9]

2.4 *Capacity Planning*

Capacity planning adalah salah satu metode perencanaan untuk mengetahui jumlah site yang dapat memenuhi kebutuhan dari estimasi.Pada umumnya proses perhitungan capacity planning terbagi menjadi 2 bagian, single site dan total network throughput [4].

Single site merupakan proses untuk melakukan *dimensionung* berdasarkan parameter *duplex mode* dan *system bandwidth* dan lain-lain. *Single site dimensioning* bertujuan untuk mengetahui kapasitas per *site*-nya. Total *network troughput dimensioning* adalah proses *dimensioning* berdasarkan *traffic model* dan *service model.*

Menghitung *single user troughput* adalah langkah pertama yang dilakukan untuk menghasilkan nilai *network throughput*. Selanjutnya parameter trafik dan model layanan ditentukan untuk mencari *single user throughtput.*

2.5 *Coverage Planning*

Perencanaan dallam hal *coverage* dibutuhkan untuk mengetahui perangkat yang dibutuhkan untuk menjangkau cakupan wilayah, dalam proses ini akan dilakukkan pemilihan model propagasi yang digunakan berdasarkan kriterian area studi kasus. Tingkat keakuratan perhitungan salah satunya dipengaruhi dengan pemilihan permodelan propagasi, karena dengan model propagasi kita dapat memprediksi *signal propagation behavior*. Pada bagian ini juga akan memperhitungkan nilai dari perhitungan *link budget, Maximum Allowable Path Loss* (MAPL), Perhitungan *Pathloss*, perhitungan luas cakupan *cell* dan jumlah antena. Hasil perhitungan *coverage planning* ini dalam kondisi yang ideal dan penambahan atau pengurangan *sites* dibutuhkan dalam kondisi aktual lapangannya.[5]

2.6 RF Parameter

Parameter *Radio Frequency* (RF) mempunyai nilai parameternya masing – masing yang akan diukur dan diamati dengan standar KPI yang telah ditetapkan oleh operator 3, yang menunjukkan performansi dari suatu jaringa radio. Adapun beberapa parameter RF adalah sebagai berikut. [12]

1. *Reference Signal Received Power* (RSRP)

   RSRP adalah parameter tingkat kekuatan sinyal terima. RSRP menyatakan besar daya sinyal yang diterima oleh UE dalam satuan dBm. Semakin jauh jarak dan banyaknya *obstacle* antara transceiver dan UE makan semakin kecil parameter RSRP yang diterima oleh UE.

Tabel 2.1 Standar RSRP operator 3

STANDAR PARAMETER RSRP OPERATOR 3		
NILAI (dBm)	**KATEGORI**	**WARNA**
- 40 to -80	Excellent	
-80 to -90	Good	
-90 to -100	Fair	
-100 to -110	Poor	
-110 to < -140	Bad	
RSRP > -90 dBm		TARGET 80 %

2. *Signal to Interference Noise Ratio (SINR)*

SINR adalah parameter perbandingan antara kekukatan sinyal terima dengan sinyal *noise* dan *interference*. SINR menyatakan kualitas sinyal yang diterima UE dalam satuan dB. Apabila nilai *interferensi* dan *nois*-nya besar akan menyebabkan parameter SINR kecil.

Tabel 2.2 Standar SINR operator 3

STANDAR PARAMETER SINR OPERATOR 3		
NILAI (dB)	**KATEGORI**	**WARNA**
> 12	Excellent	
8 to 12	Excellent	
6 to 8	Good	
0 to 6	Fair	
< 0	Bad	
SINR > 6 dB		TARGET 80 %

2.7 *Radio Propagation Simulator* (RPS)

Radiowave Propagation Simulator (RPS) merupakan sebuah perangkat lunak buatan dari organisasi development software. RPS adalah program aplikasi desktop yang berfungsi untuk analisa propagasi gelombang radio atau prediksi coverage eNodeB telekomunikasi [4].

3.1 Deskripsi Proyek Akhir

Pada proyek akhir ini dilakukan perencanaan *Indoor Building Coverage* (IBC) pada jaringan LTE di gedung Pasar Baru Square. *Indoor Building Coverage* merupakan suatu sistem yang digunakan untuk memperluas dan mendistribusikan sinyal seluler untuk meperkuat cakupan sinyal di dalam gedung menjadi baik, seperti di luar gedung. Hal ini dilakukan untuk melayani komunikasi seluler berkualitas tinggi yang ada di dalam ruangan. Pada proyek akhir ini dipilih IBC karena tingginya tingkat pelemahan sinyal di dalam gedung tersebut diakibatkan oleh tinggi bangunan, Loss Building, maupun faktor lainnya.

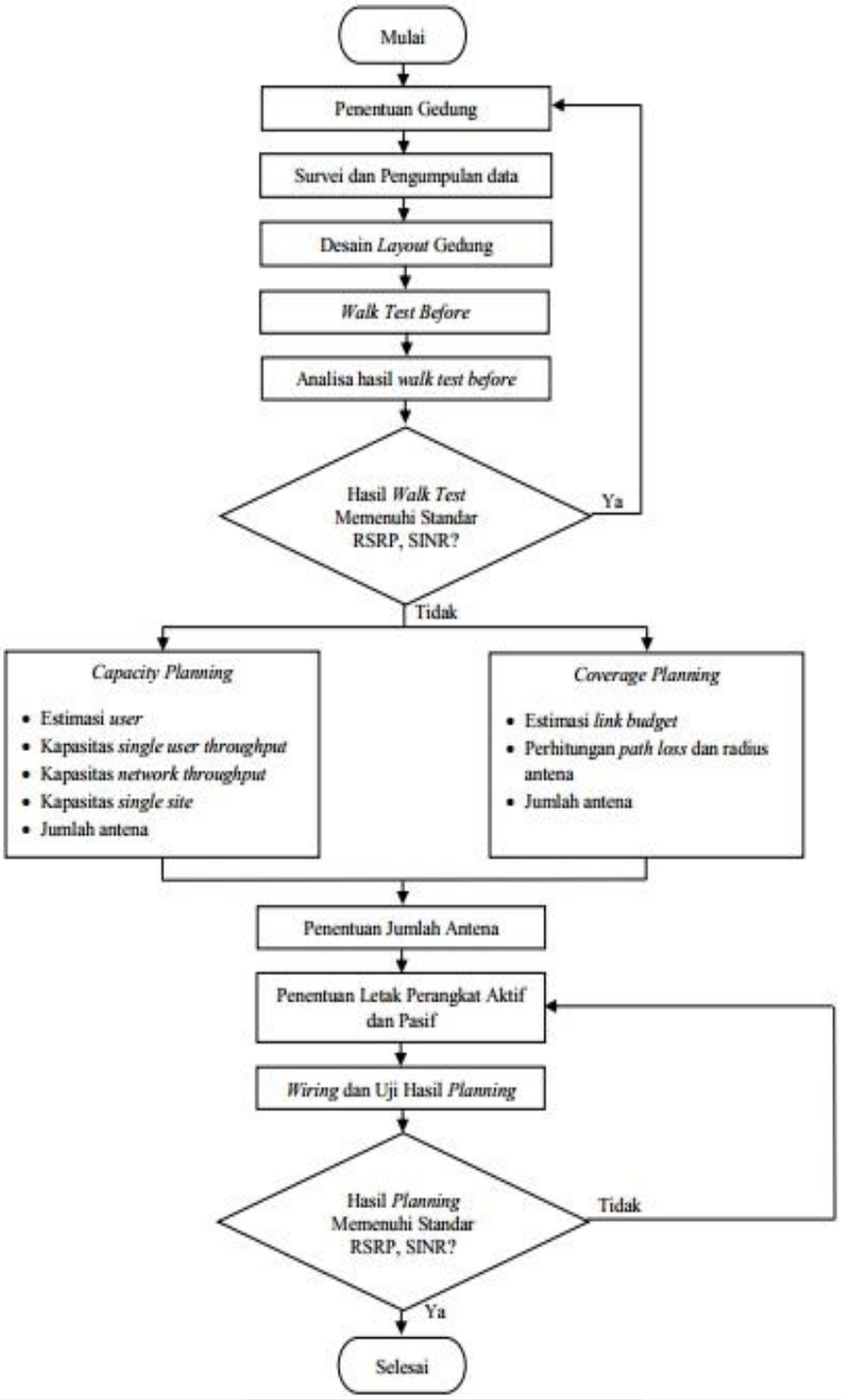
Pada perancangan jaringan *Indoor* ini akan dilakukan 2 metode pendekatan perhitungan yaitu pendekatan berdasarkan *coverage* dan *capacity*. Pendekatan perhitungan dengan menggunakan metode *coverage* berfungsi untuk memperkirakan jumlah antena yang sebaiknya diinstalasikan dengan memperhatikan *coverage* area yang dibutuhkan, kemudian pendekatan perhitungan dengan menggunakan metode *capacity* berfungsi untuk mengetahui jumlah *cell* yang akan berkaitan dengan kapasitas perangkatnya agar dapat melayani kebutuhan *potensial user* yang diperkirakan.

Dalam melaksanakan perencanaan ini, tahapan pertama yang harus dilakukan adalah melakukan penentuan gedung, survey data, *drive test* daerah sekitar gedung untuk mengetahui gedung tersebut layak untuk dilakukakan perencanaan IBC atau tidak, dan *walk test initial* menggunakan aplikasi TEMS *Pocket* untuk mengetahui nilai dari parameter RSRP dan SINR.

Pada perencanaan ini dikatakan berhasil apabila nilai RF parameter hasil dari perencanaan memenuhi atau melebihi standar operator yang digunakan yaitu 3, yang memiliki standar nilai RSRP >-90 dBm dan nilai SINR > 6 dB sehingga perencanaan tersebut dinyatakan berhasil, dan layak untuk dijadikan salah satu referensi baik dari pihak operator ataupun pihak gedung.

3.2 Proses Pengerjaan Proyek Akhir

Dalam pengerjaan proyek akhir ini diperlukan langkah-langkah yang tersturktur agar dapat menghasilkan sebuah perencanaan yang maksimal. Tahapan berikut merupakan Standar Operasional Prosedur dari operator 3.



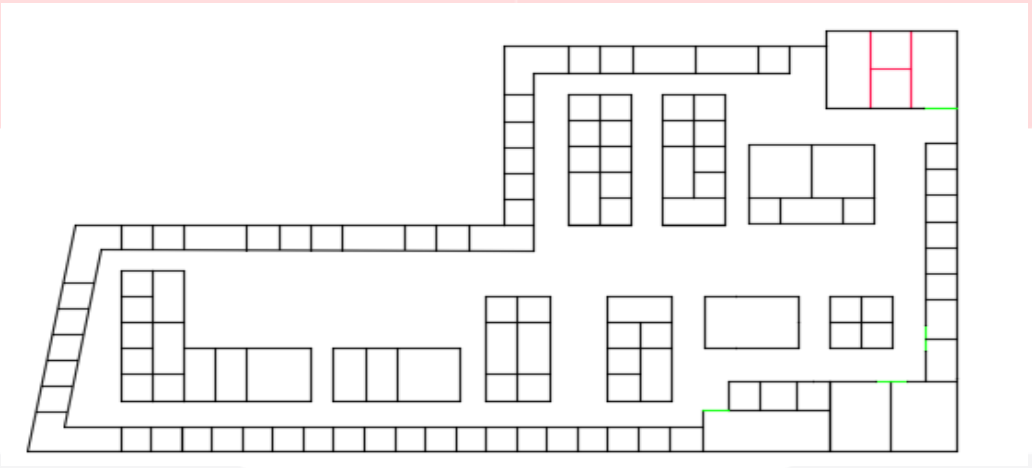
Gambar 3.1 Flowchart Standar Operasional Prosedur Operator 3

3.3 Survey dan Identifikasi Gedung

Tahapan awal yang dilakukan pada proses *Indoor Building Coverage* adalah menentukan gedung dan mengumpulkan informasi yang dibutuhkan sebagai penunjang perencanaan IBC. Pengumpulan data dilakukan dengan menghubungi bagian building manager, dan suervei pengamatan di lapangan. Beberapa data yang dibutuhkan adalah denah gedung, luas gedung, bahan material gedung yang digunakan, jumlah pengunjung, kondisi bangunan, dan kuaitas sinyal.

Gedung Pasar Baru Square adalah gedung pusat perbelanjaan di kota Bandung, yang memiliki tingkat *potensial user* yang tinggi dikarenakan tingkat pengunjung yang banyak. Rata- rata pengunjung pada 3 bulan terakhir pada tahun 2018 adalah 5026 pengunjung per bulannya sehingga dapat diperkirakan bahwa dibutuhkan kapasitas dan kualitas jaringan *indoor* yang baik sebagai penunjang akses informasi para pengunjung pada gedung tersebut. Gedung Pasar Baru Square ini memiliki 10 lantai yang memiliki bentu bangunan yang identik. Untuk lantai dasar sampai lantai 3 berfungsi sebagai pusat perbelanjaan, sedangkan untuk lantai 4 sampai lantai 9 berfungsi sebagai, restaurant, hotel, dan *meeting room*.

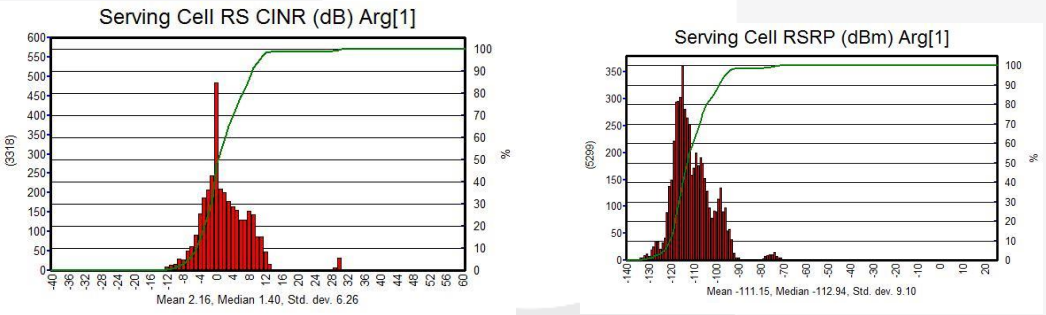
3.4 Desain Layout Gedung



Gambar 3.2 Desain Layout Lantai 2

3.5 *Walk Test Initial*

Walk Test Initial dilakukan untuk mengetahui dan mengukur kualitas sinyal secara *real* di lapangan yang dilakukan di dalam gedung. Gedung Pasar Baru Square dipilih karena merupakan salah satu lokasi *potensial market* untuk operator jaringan seluler, khususnya operator 3. Hasil dari *walk test initial* tersebut menjadi acuan untuk perlu atau tidaknya dilakukan perencanaan *indoor building coverage* yang bertujuan untuk meningkatkan performansi pada area tersebut. Hal yang diamati pada tahap ini adalah parameter SINR dan RSRP. Gambar 3.7 menjelaskan hasil dari *walk test initial* di lantai 2 di Gedung Pasar Baru Square menggunakan software TEMS *Pocket.* Setelah melakukan walk test, hasil walk test dianalisis dengan standar parameter operator 3.



Gambar 3.3 dan 3.4 Hasil SINR dan RSRP lantai 2

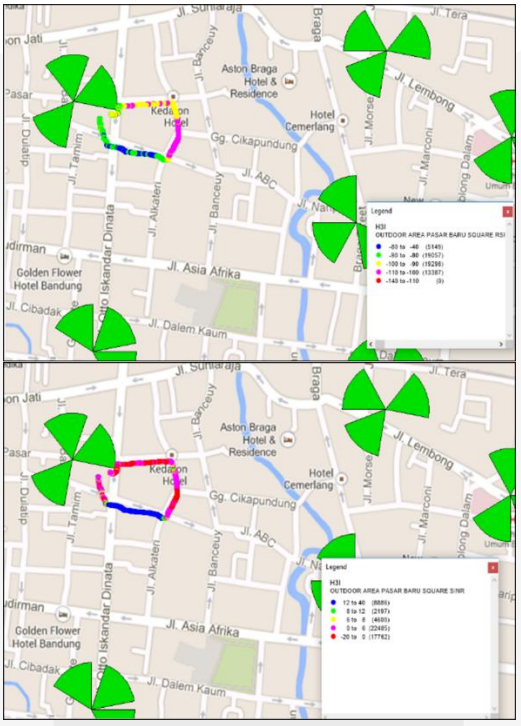
3.6 Analisis Hasil *Walk Test Initial* dan *Drive Test*

Analisis hasil *Walk Test Initial* dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari seuatu gedung untuk dilakukan *indoor building coverage.* Untuk mengetahui masalah tersebut perlu dilakukan rekapitulasi data rata – rata nilai RSRP dan SINR dari hasil *Walk Test Initial* menggunakan *report generator* pada *software* TEMS *Investigation*.

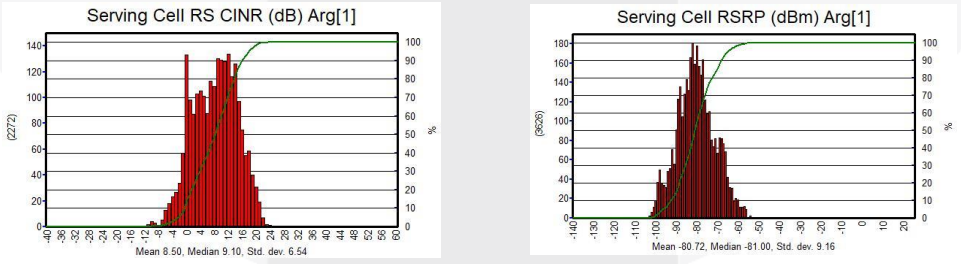
Tabel 3.1 Nilai RSRP dan SINR Setiap Lantai

NILAI RSRP dan SINR SETIAP LANTAI		
LANTAI	**RSRP (dBm)**	**SINR (dB)**
Dasar	-110,57	-2,4
1	-115,75	0,50
2	-111,15	2,16
3	-107,91	-0,59
Lobby	-105,13	-5,11
Mezzaninne	-109,47	-5,29
7	-104,36	-5,25
8	-106,72	-6,12
9	-103,87	-2,57
10	-77,17	4,53

Drive Test merupakan tahapan yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter RF seperti SINR dan RSRP secara *real* pada sekitar area Gedung Pasar Baru Square menggunakan aplikasi TEMS *pocket.* Hal ini untuk mengetahui kualitas dan kondisi awal sinyal pada sekitaran gedung Pasar Baru Square. Sehingga dari hasil tersebut akan memperlihatkan bahwa yang dibutuhkan perancangan *indoor building coverage* pada Gedung Pasar Baru Square. Jika hasil dari analisi *drive test* telah menunjukkan nilai RSRP dan SINR yang sudah memenuhi standar operator 3, maka hasil tersebut perlu dianalisis dengan perbandingan hasil dari *walk test initial.*



Gambar 3.5 Hasil RSRP dan SINR berdasarkan Drive Test



Gambar 3.6 dan 3.7 Histogram Hasil SINR dan RSRP dari *Drive Test*

3.7 *Capacity Planning*

Pada tahap ini akan dilakukan proses perencanaan *capacity planning* yang bertujuan untuk mengetahui dan memperkirakan jumlah cell yang dibutuhkan untuk dapat melayani kebutuhan dari jumlah *potensial user* sesuai dengan *service* yang ditawarkan. Berikut ini merupakan blok diagram yang mencakup tahap – tahap kerja yang dilakukan dalam pengerjaan *Capacity Planning.*

Tabel 3.2 Perhitungan Jumlah *cell*

PERHITUNGAN JUMLAH CELL							
TOTAL TARGET USER	INDOOR NETWORK THROUGHPUT (MAC)		CELL AVERAGE THROUGHPUT (Mbps)		JUMLAH CELL		ESTIMASI JUMLAH CELL
GEDUNG PASAR BARU SQUARE	UL (Mbps)	DL (Mbps)	UL (Mbps)	DL (Mbps)	UL (Mbps)	DL (Mbps)	
437	4,7682271	18,24138808	20,217576	16,8479762	0,235846	1,082705	2

3.8 *Coverage Planning*

Pada tahap ini akan dilakukan proses perencanaan *coverage planning* yang bertujuan untuk memperkirakan jumlah dari perangkat perencanaan jaringan *indoor* yang dibutuhkan untuk dapat mencapai *coverage* area yang ditargetkan sesuai dengan kebutuhan are *user*nya.. Perhitungan *coverage* meliputi persiapan data gedung seperti *map* / *layout* dan luas gedung, penentuan model propagasi yang digunakan, menghitung *linkbudget, path loss,* dan radius antena dengan menghitung MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) serta mendapatkan jumlah antena yang dibutuhkan dalam perencangan. Berikut dibawah ini blok diagram alir tahapan dalam pengerjaan *coverage planning.*

Tabel 3.3 Jumlah Antena

JUMLAH ANTENA	
LANTAI	ESTIMASI ANTENA
Dasar	3
1	3
2	3
3	3
Lobby	3
Mezzaninne	3
7	3
8	3
9	3
10	3

Setelah melakukan perhitungan maka dapat disimpulkan pada perhitungan *coverage planning* didapatkan sebanyak 3 antena setiap lantai gedung.

4. Analisis Hasil Simulasi

4.1 Penentuan Perangkat Aktif dan Pasif

Penentuan letak perangkat aktif dan pasif digunakan untuk mengetahui tempat yang akan menghasilkan nilai RSRP dan SINR terbaik dalam perencanaan jaringan *indoor* LTE pada Gedung Pasar Baru Square. Dalam perencanaan jaringan *indoor* LTE ini letak *base station* mengikuti persetujuan dari pihak gedung yaitu dimana peletakannya dibangun di *roof top* gedung. Dalam penentuan peletakan perangkat ditentukan terlebih dahulu jumlah antena dan sektor yang diperlukan pada tiap-tiap lantai dengan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan serta pertimbangan dalam melakukan *wiring* diagram untuk penggambaran letak posisi perangkat aktif dan pasif sehingga dapat mempermudah pembacaan letak perangkat aktif dan pasif.

4.2 Rekapitulasi Hasil Perencanaan

Hasil presentase keberhasilan simulasi perlu di pertimbangkan, karena hal ini sudah menjadi target yang di tetapkan dari operator 3. Adapun standar KPI yang di tentukan oleh operator 3 adalah SINR > 6 dB dengan targaet 80% dan RSRP > - 90 dBm dengan target 80%. Sebelum mendapatkan target keberhasilan yang telah ditentukan, ada 3 skenario peletakan antena yang telah dilakukan, dan dari ketiga skenario tersebut diambil hasil presentase keberhasilan terbesar.

Tabel 4.4 menampilkan hasil dari presentase keberhasilan dalam simulasi pada setiap lantai dengan melakukan 3 skenario. Dari ketiga skenario tersebut terdapat kegagalan dalam mencapai target yang ditentukan oleh operator 3. Adapun bebrapa skenario yang tidak dapat mencapai target keberhasilan dari operator 3 yaitu pada skenario 2, dan skenario 3 untuk parameter SINR, sedangkan untuk parameter RSRP rata- rata telah memenuhi target keberhasilan sesuai dengan operator 3. Kesimpulannya pada simulasi ini menggunakan skenario 1 karena rata – rata presentase keberhasilan dari skenario 1 telah mencapai target dari operator 3. Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai RSRP dan SINR pada setiap lantai telah memenuhi standar parameter operator 3 yaitu lebih dari 80%. Dengan persentase keberhasilan nilai RSRP berkisar antara 94% hingga 100%, sedangkan persentase keberhasilan nilai SINR berkisar antara 81% hingga 88%.

Tabel 4.1 Hasil Presentase Keberhasilan Simulasi

HASIL PRESENTASE KEBERHASILAN SIMULASI						
LANTAI	SINR > 6 dB (TARGET 80%)			RSRP > - 90 dBm (TARGET 80%)		
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Dasar	85%	71%	68%	100%	100%	100%
1	82%	73%	71%	100%	100%	100%
2	85%	73%	75%	100%	100%	100%
3	82%	74%	72%	100%	100%	100%
Lobby	81%	68%	62%	100%	100%	100%
Mezzaninne	82%	82%	72%	97%	97%	94%
7	88%	78%	88%	92%	79%	93%
8	87%	77%	86%	96%	78%	96%
9	85%	88%	13%	93%	84%	96%
10	84%	52%	65%	100%	100%	100%

4.3 Perbandingan Perencanaan dengan Walk Test Initial

Perbandingan dilakukan untuk membandingkan antara nilai parameter RSRP dan SINR hasil *walktest* sebelum dilakukannya simulasi. Tabel perbandingan antara hasil simulasi dengan hasil *walktest* sebelum dilakukan simulasi pada RPS. Selain target dari operator 3 hasil perbandingan ini juga menentukan keberhasilan dalam melakukan perencanaan *Indoor Building Coverage*.

Tabel. 4.2 Hasil Perbandingan *Walk test* dengan Simulasi

HASIL PERBANDINGAN WALKTEST DENGAN HASIL SIMULASI				
LANTAI	WALK TEST INITIAL		HASIL SIMULASI	
	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRP (dBm)	SINR (dB)
Dasar	-110,57	-2,4	-55,01	16,07
1	-115,75	0,50	-60,20	17,93
2	-111,15	2,16	-60,00	17,96
3	-107,91	-0,59	-58,43	15,72
Lobby	-105,13	-5,11	-65,12	14,63
Mezzaninne	-109,47	-5,29	-59,16	18,97
7	-104,36	-5,25	-68,98	31,71
8	-106,72	-6,12	-66,65	19,68
9	-103,87	-2,57	-68,80	30,68
10	-77,17	4,53	-65,87	15,13

Pada tabel 4.5 adalah perbandingan hasil *initial walk test* dengan simulasi, pada tabel tersebut dijelaskan bahwa hasil *initial walk test* memiliki nilai rata - rata RSRP dengan range -115,75 dBm sampai dengan -77,17 dBm sedangkan untuk nilai SINR memiliki nilai rata – rata dengan range -6,12 dB sampai 2,53 dB. Sedangkan untuk hasil simulasi untuk RSRP memiliki nilai rata – rata -68,98 dBm sampai dengan -55,01 dBm dan untuk nilai SINR memiliki nilai rata – rata 14,63 dB sampai dengan 31,71 dB. Dengan demikian, hasil dari simulasi telah memenuhi target dari standar operator 3 yaitu dengan nilai RSRP > - 90 dBm dan nilai SINR > 6 dB.

5.1 Kesimpulan

1. Hasil *walk test initial* yang dilakukakn di Gedung Pasar Baru Square menggunakan operator 3, di daptkan nilai RSRP dan SINR yang tidak memenuhi standar RF parameter dari operator 3 yaitu nilai rata-rata RSRP berkisar -115,75 dBm sampai dengan -77,17 dBm dan nilai rata-rata SINR -6,12 dB sampai dengan 2,53 dB.
2. Berdasarkan perhitungan *capacity* diperoleh 2 sektor atau *cell* LTE dan pada perhitungan *coverage planning* diperoleh jumlah antena *indoor* yang dibutuhkan yaitu 30 antena dengan pembagian setiap lantai mendapatkan 3 antena.
3. Simulasi skenario penempatan antena yang menghasilkan kualitas terbaik adalah skenario 1.
4. Hasil simulasi berdasarkan perencanaan yang telah dibuat menghasilkan nilai rata – rata untuk RSRP -41,20 dBm sampai dengan -27,22 dBm dan SINR memiliki nilai rata – rata sebesar 14,63 dB sampai dengan 31,71 dB, serta dengan keberhasilan 92% hingga 100% untuk RSRP, dan 81% sampai 88% untuk SINR. Hasil tersebut menjelaskan bahwa perencanaan telah memenuhi standar operator 3 yaitu 80% keberhasilan dari perencanaan atau *planning* tersebut. Hasil ini merupakan yang terbaik setelah dilakukan simulasi dengan 3 skenario peletakan antena, dan telah memenuhi standar RF parameter operator 3.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal adalah dengan menambahkan perhitungan lain seperti PCI *planning* setelah dilakukan perencanaan IBC.
2. Menggunakan *software* yang menffukung garis lebih dari 750 agar gedung yang memiliki lantai dalam jumlah banyak dapat dibangun di *doftware.*
3. Menggunakan *software* yang dapat meletakkan perangkat pasif seperti *splitter* dan *connector* beserta *loss* perlantai atau per- antenanya sehingga hasil simulasi lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ahraf A.M Fata dan Mirehan M.M. Aboulil. (2017). *In-Building Solutions Using Distributed Antenna System Based on Fractal Array*. Egypt : Department of Electronics and Communications, College of Engineering and Technology Arab Academy for Science and Technology.
[2] Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold. (2018). *5G NR : The Next Generation Wireless Access Technology*.
[3] Europen Commission. (1999) *Cost Action 231 Digital Mobile Radio Towards Future Generation System*. Belgium
[4] Hikmaturokhman, Alfin, Lita Berlianti, Wahyu Pamungkas. *Analisa Model Propagasi Cost 231 Multi Wall pada Perancangan Jaringan Indoor Femtocell HSDPA menggunakan Radiowave Propagation Simulator*. Purwokerto: Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom
[5] Huawei. (2010). *LTE Network Design and Dimensioning Training. Huawei Technologies, Ltd.*
[6] Huawei Technologies Co. 2013. LTE Radio Network Capacity Dimensioning : Huawei
[7] Huawei Technologies Co. 2013. LTE Radio Network Coverage Dimensioning : Huawei
[8] Mousafi, Iraj S Amiri, M.A Mostavafi, C.Y. Choon. (2017). *LTE Physical Layer : Performance analysis and evaluartion*. Malaysia : Multimedia University
[9] Petroviü Nikola, Savkoviü Dušan. (2015) . LTE Performance in a Hybrid Indoor DAS (Active vs. Passive) . 23rd Telecommunications Forum TELFOR 2015 : 141 – 144
[10] Rosdiade Nordin, Anabi Hilary Kelechi, Mohd Hzree Eaza, Syahiran ahmad, Sameh Musleh. (2016). *Empirical Study on Performance Evaluation Between Long Term Evolution (LTE), Third Generation (3G) and TV White Space Availability for Wireless Campus Network.* Malaysia : Universitas Kebangsaan Malaysia.