

ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN *LTE PICOCELL* DI STADION UTAMA GELORA BUNG KARNO

Fajar Adityawarman¹, Arfianto Fahmi², Uke Kurniawan Usman³

^{1, 2, 3}Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹fajaraditya@telkomuniversity.ac.id, ²arfiantof@telkomuniversity.ac.id,

³usman.uke@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Stadion Utama Gelora Bung Karno (SUGBK) adalah sebuah stadion serbaguna yang berstandar internasional dan sering dijadikan sebagai tempat untuk pertandingan olahraga nasional maupun internasional. Dengan kapasitas penonton yang banyak dan struktur bangunan yang menghalangi propagasi sinyal dari *site outdoor* menyebabkan kualitas sinyal sangat buruk sehingga perlu adanya perencanaan jaringan dari sisi kapasitas dan juga cakupan di dalam bangunan agar pelanggan tetap mendapatkan layanan yang baik dari kemampuan teknologi yang ada saat ini. Pada hasil perencanaan didapatkan nilai Reference Signal Received Power (RSRP) untuk keseluruhan area pada skenario 1 yaitu sebesar -74,10 dBm dan skenario 2 yaitu sebesar -74,08 dBm. Pada hasil perencanaan didapatkan nilai Signal to Interference Ratio (SIR) untuk keseluruhan area pada skenario 1 yaitu sebesar 19,04 dB dan skenario 2 yaitu sebesar 21,49 dB. Berdasarkan Key Performance Indicator (KPI) operator acuan yaitu untuk parameter RSRP harus > -90 dBm (90% area) dan parameter SIR harus > 0 dB (90% area) maka hasil prediksi disimulasi nilai RSRP & SIR skenario 1 dan 2 mencapai target KPI.

Kata Kunci: LTE, Coverage Planning, Capacity Planning

Abstract

Gelora Bung Karno Main Stadium (SUGBK) is an international standard multipurpose stadium and is often used as a venue for national and international sporting events. With large viewer capacity and building structures that obstruct signal propagation from outdoor sites causing poor signal quality so there is a need for network planning in terms of capacity and coverage within the building to keep customers in good service from current technological capabilities. From planning result, it was obtaining which got value of Reference Signal Received Power (RSRP) for entire area in scenario 1 equal to -74,10 dBm and scenario 2 equal to -74,08 dBm. Meanwhile, it was obtaining got value of Signal to Interference Ratio (SIR) for entire area in scenario 1 equal to 19,04 dB and scenario 2 equal to 21,49 dB. Based on the Key Performance Indicator (KPI) the reference operator is for RSRP parameters should be > -90 dBm (90% area) and SIR parameters should be > 0 dB (90% area) then the predicted result is simulated RSRP & SIR value scenarios 1 and 2 reach the target KPI.

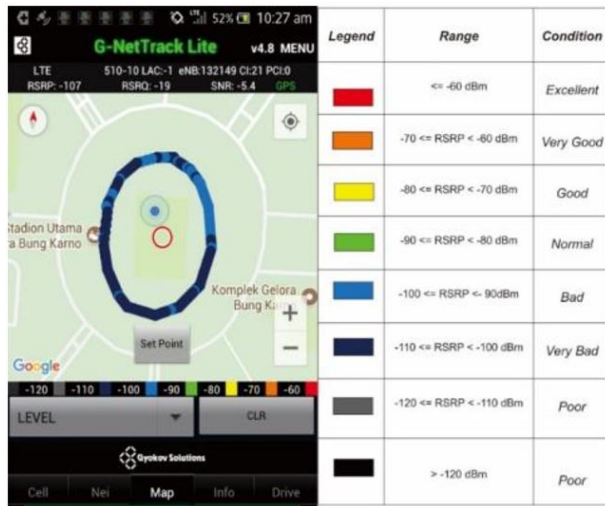
Key Words: LTE, Coverage Planning, Capacity Planning

1. Pendahuluan

Semakin meningkatnya kebutuhan terhadap komunikasi data membuat para operator berlomba untuk memberikan kualitas layanan yang terbaik untuk *user* dan memberikan kualitas layanan yang baik di dalam sebuah bangunan atau *indoor* merupakan sebuah tantangan dikarenakan terdapat *obstacle* yang harus dilewati sinyal yang dipancarkan. Pada bangunan yang struktur bangunannya dapat meredam sinyal dan di dalamnya memiliki kapasitas yang sangat besar juga sering digunakan untuk berbagai macam acara, seperti stadion. Stadion Utama Gelora Bung Karno merupakan salah satu contoh stadion yang dapat dianalisa mengenai

permasalahan kualitas sinyal yang kurang baik. Stadion yang memiliki ukuran lapangan 105 x 70 m dan berkapasitas 78.000 penonton ini juga merupakan stadion yang disediakan oleh pemerintah pusat untuk pertandingan sepak bola tingkat internasional [1]. Ketika ada pertandingan sepak bola, banyak *user* di dalam stadion yang menggunakan layanan data seperti mengunduh atau mengunggah video dan gambar, atau sekedar *chatting*.

Pada Gambar 1 dapat dilihat hasil *walktest* atau pengujian level sinyal menggunakan aplikasi GNetTrackLite. Yang menunjukkan bahwa level sinyal di dalam bangunan tersebut sangat buruk karena nilai



Gambar 1. Hasil Walktest

RSRP berada pada rentang -90 dBm hingga -110 dBm.

Supaya user di dalam Stadion Utama Gelora Bung Karno dapat terlayani dengan baik oleh jaringan, maka perlu dilakukan perencanaan jaringan LTE dengan pendekatan *capacity planning* dan *coverage planning* untuk mendapatkan jumlah *cell* yang dibutuhkan. Pada penelitian ini ukuran sel yang digunakan adalah *picocell* karena radiusnya cukup besar dan cocok untuk di aplikasikan pada bangunan ini. Jumlah *picocell* yang didapat, akan disimulasikan dengan software *Radiowave Propagation Simulator* (RPS). Parameter yang digunakan dalam perencanaan ini adalah nilai RSRP dan SIR.

2. Dasar Teori

2.1 Long Term Evolution

Long Term Evolution (LTE) adalah salah satu teknologi yang dikeluarkan oleh badan standarisasi 3GPP (*Third Generation Partnership Project*) yang merupakan generasi teknologi ke-4 (4G). Teknologi LTE merupakan pengembangan dari teknologi yang dikeluarkan badan standarisasi 3GPP sebelumnya yaitu teknologi 3G atau yang dikenal sebagai *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS), dan merupakan pengembangan dari teknologi 2G atau *Global System for Mobile Communication* (GSM). Untuk melanjutkan pengembangan dari teknologi GSM dan UMTS, teknologi LTE dibuat dengan asumsi semua layanan akan berbasis *Internet Protocol* (IP), tidak menggunakan layanan berbasis *circuit switch* seperti teknologi sebelumnya.

LTE dilatar belakangi karena perlu adanya teknologi yang lebih baik dari teknologi sebelumnya yaitu UMTS (3G), permintaan untuk transfer *data rate* yang lebih tinggi, membuat jaringan berbasis paket, membuat arsitektur yang lebih sederhana hingga

mengurangi biaya CAPEX dan OPEX. Teknologi ini mampu memberikan kecepatan akses data hingga 50 Mbps untuk *uplink* dan 100 Mbps untuk *downlink*. *Bandwidth* yang digunakan pada LTE adalah fleksibel karena bisa menggunakan *bandwidth* 1.4, 3, 5, 10, 15, dan 20 MHz. LTE juga menyediakan layanan multimedia seperti *voice*, *video*, *data*, dan *IP TV* [2].

2.2 Perencanaan In Building Network

Perencanaan *In Building Network* adalah suatu perencanaan jaringan menggunakan perangkat *transceiver* yang diletakkan di dalam bangunan yang berfungsi untuk melayani kebutuhan jaringan telekomunikasi dalam bangunan tersebut baik kualitas sinyal, cakupan sinyal atau kapasitas trafiknya.

Target perencanaan yang dilakukan adalah untuk mencapai desain *Radio Network* yang tepat sesuai dengan QoS, kapasitas, biaya, penggunaan frekuensi, *service coverage*, *equipment deployment* dan *performance* [3].

2.3 Picocell

Picocell adalah sebuah *wireless base station* dengan daya yang sangat kecil yang dibuat untuk mencakup daerah yang sangat kecil, seperti satu lantai sebuah bangunan. Dalam jaringan seluler, *picocell* biasa digunakan untuk menambah jangkauan ke area *indoor* apabila sinyal dari *base station* yang berada di area *outdoor* tidak tersampaikan, atau tujuan lainnya adalah menambah kapasitas jaringan pada area yang penggunaan jaringan selulernya sangat tinggi atau terbilang padat, seperti stasiun kereta, pesawat, dan pusat perbelanjaan.

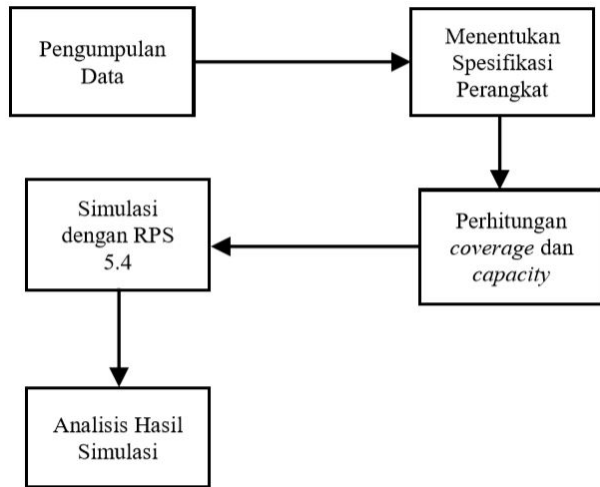
Dengan menggunakan tipe sel *picocell* akan didapatkan beberapa keuntungan bagi pengguna seperti berikut [4]

1. *Picocell* memberikan solusi kepada bangunan *indoor* yang memiliki *coverage* sinyal yang buruk karena struktur bangunannya yang meredam sinyal.
2. Mengisi *blankspot* yang ada di area tersebut, biasanya para *engineer* mengatasi buruknya sinyal dalam bangunan dengan menggunakan *repeater*. Namun, dapat menggunakan *picocell* untuk menutupi *blankspot* tersebut.
3. Menambah kapasitas yang tersedia untuk pelanggan pada suatu area yang memiliki kepadatan jaringan. Menambah sebuah *macrocell* akan menambah biaya yang dikeluarkan, maka dari itu digunakan *picocell* dengan daya yang lebih kecil untuk mengurangi biaya.

Tabel 1 menunjukkan jenis sel, radius, daya transmisi yang digunakan.

Tabel 1. Jenis Sel Berdasarkan Ukuran [4]

Tipe Sel	Radius	Rentang Daya
Macro	>1 km	20 W - 160 W (40 W)
Micro	250 m - 1 km	2 W - 20 W (5 W)
Pico	100 m - 300 m	250 mW - > 2 W
Femto	10 m - 50 m	10 mW - 200 Mw



Gambar 2. Blok Diagram Penelitian

3. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, ada beberapa langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian simulasi perencanaan jaringan yang dapat dilihat pada Gambar 2.

3.1 Capacity Planning

Capacity planning bertujuan untuk memperkirakan jumlah pelanggan dalam satu sel yang bisa tercakup. Perencanaan ini juga akan menentukan jumlah eNodeB yang diperlukan dengan memperhatikan kualitas layanan yang diberikan kepada *user*, misalnya *throughput*. Perencanaan berdasarkan kapasitas ini dilakukan dengan mengestimasi jumlah pelanggan yang akan menggunakan jaringan hasil perencanaan, lalu mengestimasi layanan apa saja yang dapat diakses oleh pelanggan, memperkirakan kepadatan trafik dan kapasitas sel [5]. Hal pertama yang dilakukan adalah mengasumsikan jumlah penonton lalu dikalikan dengan penetrasi LTE pada daerah tersebut. Setelah itu, menghitung layanan dan model trafik menggunakan persamaan (1).

$$T/S = PST \times PSDR \times BR \times \left[\frac{1}{1 - BLER} \right], \quad (1)$$

Keterangan:

T/S = Banyak data diterima (Kbit)

PST = Durasi Setiap Layanan (s)

BLER = Toleransi *Block Error Rate*

Tabel 2. Estimasi Jumlah Sel Capacity Planning

Area	Jumlah User	Estimasi Jumlah Sel
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	6297	2
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	15074	4
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	8007	2
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	14482	3
Area 5 (Tribun Atas Barat)	8255	2
Area 6 (Tribun Atas Timur)	8978	2
Area 7 (Tribun Atas Utara)	8923	2
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	8200	2
Jumlah		19

BR = *Application Layer Bit Rate* (Kbit)

Dalam perhitungan segi kapasitas juga harus memperhitungkan *network throughput* dengan menggunakan persamaan (2).

$$TNT = \frac{TU \times (\sum(T/S) \times BHSA \times PR \times (1 + PTAR))}{3600}, \quad (2)$$

TNT = *Total Network Throughput*

TU = *Single User Throughput*

PR = *Penetrasi Jaringan Tiap Daerah*

PTAR = *Peak to Average Ratio*

BHSA = *Service Attempt in Busy Hour*

Langkah selanjutnya adalah menghitung kapasitas suatu site dengan menggunakan persamaan (3).

$$DMC + CRC = (168 - 36 - 12) \times CB \times CR \times N \times C \times 1000, \quad (3)$$

CRC = 24

168 = jumlah *resource element* dalam 1 ms

36 = jumlah dari kanal *control* dalam 1 ms

12 = jumlah dari *reference signal* dalam 1 ms

CB = *modulated bits*

CR = *channel coding rate*

N = jumlah *resource block*

C = MIMO TRX

Untuk menghitung estimasi jumlah sel dari sisi kapasitas menggunakan persamaan (4)

$$\text{Number of Site} = \frac{\text{Network Troughput}}{\text{Site Capacity}}. \quad (4)$$

Sesuai dengan perhitungan *capacity planning*, maka jumlah *picocell* yang diperlukan di dalam stadion adalah 19 *picocell*.

Tabel 3. Perhitungan Uplink Link Budget

Transmitter (UE)	Value	Calculation
Max. Tx Power (dBm)	23	A
Tx. Antenna gain (dBi)	0	B
Body Loss (dB)	3	C
EIRP	20	D = A + B C
Receiver (BS)	Value	Calculation
Noise figure (dB)	4	E
Thermal noise (dBm)	104,5	F = k T BW
Receiver Sensitivity (dBm)	107	G
Load factor	0,7	H (70%)
Interference margin (dB)	2	I
Rx antenna gain (dBi)	0	J
Cable loss (dB)	3	K
Amplifier gain (dB)	2	L
Log normal fading margin (dB)	4	M
Maximum Allowed Path loss (MAPL) (dB)	120	N = D G I + J K + L M

3.2 Coverage Planning

Coverage planning merupakan perencanaan yang memperhitungkan pathloss arah uplink dan downlink untuk mendapatkan besarnya cakupan/cell radius. Setelah mendapatkan cell radius, maka bisa didapatkan jumlah picocell yang dibutuhkan agar seluruh area dalam bangunan tersebut bisa tercakup [6].

Untuk link budget arah downlink dapat dilihat pada Tabel 3

Dalam perencanaan LTE indoor ini menggunakan frekuensi 1800 MHz, dan digunakan pemodelan propagasi Cost-231 Multiwall untuk mendapatkan nilai radius cell dengan menggunakan persamaan (5) [8].

$$L = L_S F + L_C + \sum_{i=1}^I K w_i L w_i + k f^{(\frac{kf+2}{kf+1}-b)} L f n f, \quad (5)$$

Keterangan:

LFS = Free Space Loss

b = Konstanta Empiris

Lc = Konstanta Loss

Kw = Jumlah dinding yang dilewati

Lw = Penetrasi loss dari tipe dinding

nf = Jumlah lantai yang dilewati

Lf = Loss per lantai

Dalam perhitungan luas sel pada perencanaan menggunakan sel model bentuk hexagonal dan menggunakan omnidirectional antena. Persamaan luas sel dapat dirumuskan dalam persamaan (6) [9].

$$L_{sel} = 2,6 \times d^2, \quad (6)$$

Tabel 4. Downlink Link Budget [7]

Transmitter	Value	Calculation
Max. Tx Power (dBm)	23	A
Tx Antenna Gain (dBi)	0	B
Cable loss (dB)	3	C
EIRP (dBm)	20	D = A + B C
Receiver (UE)	Value	Calculation
UE noise figure (dB)	7	E
Thermal noise (dBm)	-104,5	F = k T BW
Receiver noise floor (dBm)	-97,5	G = E + F
SINR (dB)	-5	H
Receiver Sensitivity (dBm)	-102,5	I = G + H
Load factor	0,7	J(70%)
Interference margin (dB)	3	K = 10log $\frac{I+FBW}{FBW}$
Rx antenna gain (dB)	0	L
Body loss (dB)	3	M
Log normal fading margin (dB)	4	N
Maximum Allowed path loss (MAPL) (dB)	112,5	O = D - I -K + L - M - N

$$L_{sel} = \text{Luas Sel (m}^2\text{)}$$

$$d = \text{Jari -Jari Sel (m)}$$

Persamaan yang dapat digunakan dalam perhitungan jumlah site berdasarkan hasil coverage planning dapat dilihat pada persamaan (7) [9].

$$\sum L T E_{sel} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Luas Sel}}, \quad (7)$$

Sesuai dengan perhitungan coverage planning, maka jumlah picocell yang diperlukan adalah sebanyak 13 picocell.

4. Hasil Simulasi dan Analisis

Setelah melakukan perhitungan dari segi coverage planning dan capacity planning didapatkan jumlah sel yang berbeda dari masing -masing perencanaan. Dalam melakukan pemilihan jumlah picocell dalam perencanaan jaringan LTE membutuhkan keseimbangan antara coverage dan capacity. Keseimbangan antara coverage dan capacity yang dimaksud adalah jumlah picocell yang direncanakan harus sesuai atau tercapai tujuan dari coverage planning yaitu semua area yang dilakukan perencanaan dapat tercakup oleh sinyal yang dipancarkan dan juga harus tercapai tujuan dari capacity planning yaitu seluruh user di dalam bangunan harus

Tabel 5. Estimasi Jumlah Sel Coverage Planning

Area	Luas Area (m ²)	Luas Cell	Estimasi Jumlah Sel
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	8068,745	5063,238	2
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	8068,745	25376,302	1
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	8068,745	259673,92	1
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	8068,745	259673,92	1
Area 5 (Tribun Atas Barat)	5493,593	2996,3495	2
Area 6 (Tribun Atas Timur)	5493,593	2996,3495	2
Area 7 (Tribun Atas Utara)	5493,593	2996,3495	2
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	5493,593	2996,3495	2

mendapatkan *throughput* yang telah direncanakan sebelumnya. Maka dari itu, pemilihan jumlah *picocell* yang digunakan pada setiap area adalah jumlah *picocell* yang terbanyak, yaitu berdasarkan *capacity planning*.

4.1 Simulasi RSRP Berdasarkan Skenario 1

Pada saat akan melakukan simulasi pada *software* RPS 5.4 untuk mengetahui performansi hasil perencanaan dari segi parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), dilakukan dengan cara mengaktifkan antena dan melihat performansi jaringan di seluruh area. Parameter ini merupakan parameter yang dapat mengindikasikan level daya sinyal yang diterima oleh *user* (dBm). Parameter RSRP ini merupakan hasil kalkulasi daya sinyal dari setiap *cell* disetiap area, yang digunakan sebagai acuan penentu *-serving cell user*.

Pada skenario 1, penempatan *picocell* pada tribun bagian bawah ditempatkan secara acak pada dinding bagian tribun bawah pada ketinggian 15 meter, lalu pada tribun bagian atas, *picocell* diletakkan di dinding - dinding pada tribun bagian atas secara menyebar pada ketinggian 30 meter. Hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Simulasi Skenario 1

Skenario 1	RSSI(dBm)	RSRP (dBm)
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	-44,05	-74,84
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	-40,64	-71,43
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	-40,56	-71,35
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	-42,9	-73,69
Area 5 (Tribun Atas Barat)	-44,97	-75,76
Area 6 (Tribun Atas Timur)	-43,92	-74,71
Area 7 (Tribun Atas Utara)	-43,38	-74,17
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	-45,26	-76,05
Semua Area	-43,31	-74,10

Dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 3 yaitu nilai RSSI keseluruhan area sebesar -43,41 dBm (RSRP = -74,10 dBm). Pada Gambar 2 dapat dilihat *legend* dari masing -masing nilai RSSI pada setiap area.

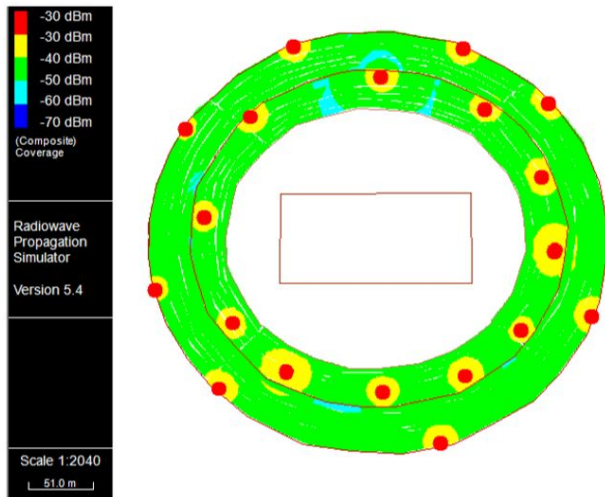
4.2 Simulasi RSRP Berdasarkan Skenario 2

Simulasi pada RPS 5.4 dengan parameter RSRP menggunakan skenario 2 yaitu dimana pada bagian tribun bagian bawah yaitu pada bagian barat dan timur penempatan *picocell*nya diletakkan di dalam bangunan *Royal Box*, *VIP*, dan *Corporate Box* pada ketinggian 15 meter. Lalu, pada bagian tribun bagian atas penempatan *picocell*nya diletakkan pada atap - atap stadion bagian tengahnya dengan ketinggian 30 meter dari tanah. Hasil simulasi dengan parameter RSRP berdasarkan skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 7

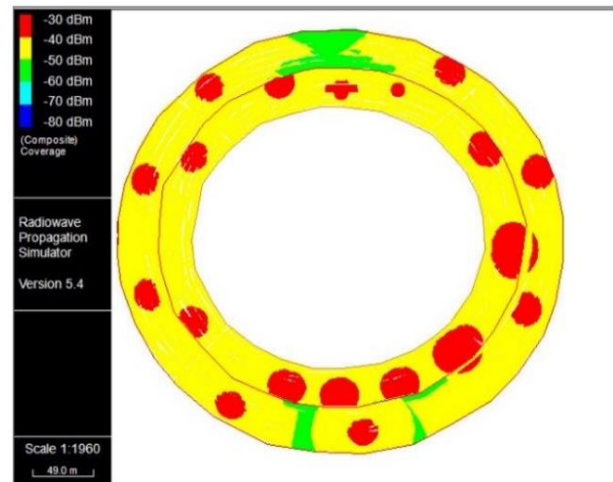
Terlihat pada Tabel 7 dan Gambar 5 yaitu nilai RSSI keseluruhan area sebesar -43,29 dBm (RSRP = -74,08 dBm). Pada Gambar 4 dapat dilihat *legend* dari masing-masing nilai RSSI pada setiap area.

4.3 Simulasi SIR Berdasarkan Skenario 1

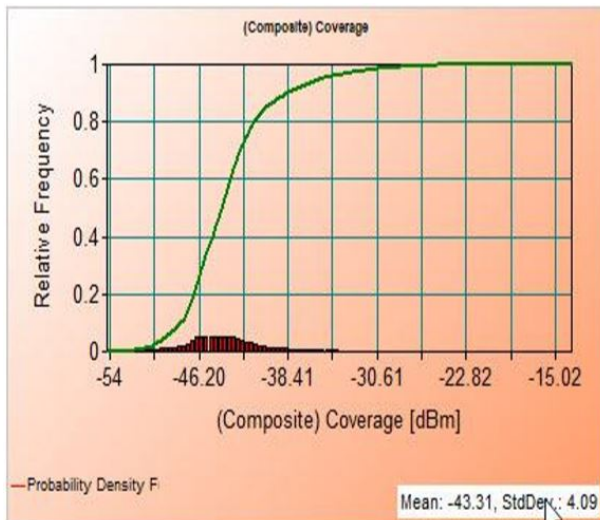
Hasil perencanaan jaringan yang telah dilakukan sebelumnya lalu dilakukan simulasi untuk mengetahui performansi jaringan berdasarkan nilai *Signal to Interference Ratio* (SIR) dilakukan dengan cara mensimulasikan setiap area kemudian mensimulasikan untuk seluruh area secara bersamaan. Nilai parameter SIR adalah merupakan perbandingan antara daya signal terhadap interferensinya dan mengindikasikan kualitas sinyal yang diterima oleh *user*. Hal-hal yang mempengaruhi nilai parameter SIR adalah jumlah *cell* yang di dalam gedung oleh karena hal ini dapat meningkatkan terjadinya interferensi. Parameter SIR



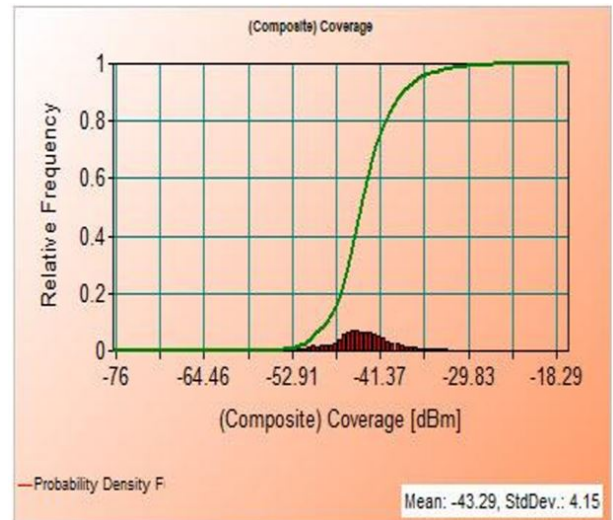
Gambar 3. Simulasi RSSI Skenario 1



Gambar 5. Simulasi RSSI Skenario 2



Gambar 4. Histogram RSSI Skenario 1



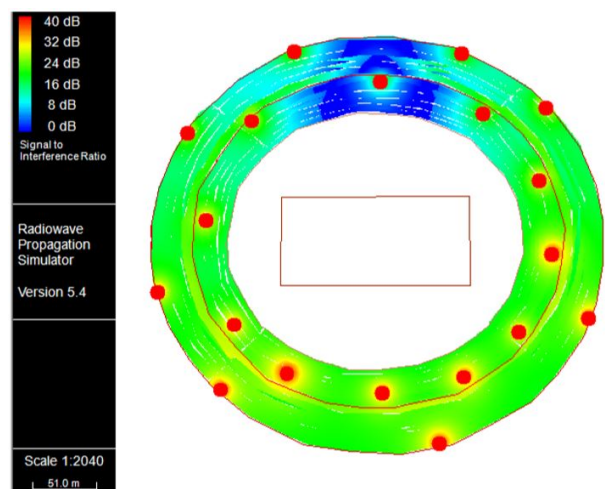
Gambar 6. Histogram RSSI Skenario 2

pada LTE merupakan acuan untuk menentukan jenis modulasi yang digunakan dan mempengaruhi *datarate* yang dapat diterima *user*. Hasil simulasi SIR tiap area dengan skenario 1 dapat dilihat pada Tabel 8.

Pada Tabel 8 dan Gambar 7 menunjukkan nilai SIR keseluruhan area sebesar 19,04 dB. Pada Gambar 6 dapat dilihat pada area 1, memiliki *legend* berwarna biru yang berarti buruk, akibat dari interferensi yang tinggi antara *picocell*.

4.4 Simulasi SIR Berdasarkan Skenario 2

Skema simulasi pada RPS 5.4 untuk mengetahui performansi jaringan berdasarkan nilai *Signal to Interference Ratio* (SIR) dengan menggunakan skenario 2. Nilai SIR sangat berpengaruh dengan titik penempatan *picocell* antara satu dengan yang lain karena antara satu *picocell* dan *picocell* yang lain memancarkan



Gambar 7. Simulasi SIR Skenario 1

Tabel 7. Hasil Simulasi Skenario 2

Skenario 1	RSSI(dBm)	RSRP (dBm)
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	-43,76	-74,55
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	-39,64	-70,43
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	-40,75	-71,54
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	-42,98	-73,77
Area 5 (Tribun Atas Barat)	-46,28	-77,07
Area 6 (Tribun Atas Timur)	-45,3	-76,09
Area 7 (Tribun Atas Utara)	-42,57	-74,46
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	-43,67	-74,46
Semua Area	-43,29	-74,08

Tabel 8. Hasil Simulasi SIR Skenario 1

Skenario 1	SIR (dB)
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	7,57
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	24,53
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	21,25
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	19,59
Area 5 (Tribun Atas Barat)	10,34
Area 6 (Tribun Atas Timur)	23,41
Area 7 (Tribun Atas Utara)	21,21
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	20,49
Semua Area	19,04

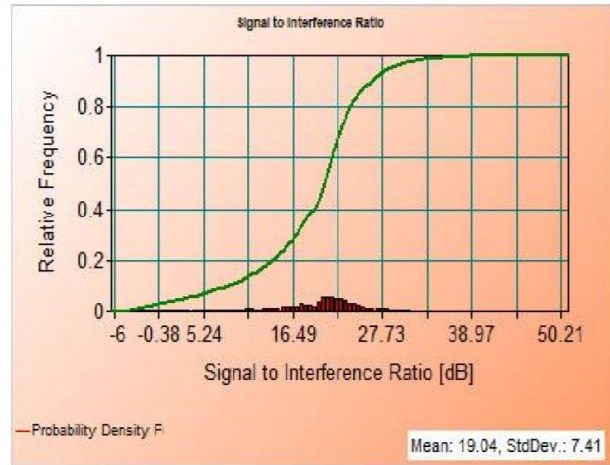
daya yang dimana bisa saling menginterferensi satu sama lain dimana interferensinya bisa destruktif maupun konstruktif. Hasil simulasi dengan parameter SIR pada setiap area dan seluruh area berdasarkan skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 9.

Hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 9 yaitu nilai SIR keseluruhan area sebesar 21,49 dB. Pada Gambar 8 dapat dilihat area 6 memiliki SIR yang rendah ditandai *legend* berwarna biru dan area 2 memiliki SIR yang sangat baik ditandai dengan *legend* berwarna merah, hal ini disebabkan tingkat interferensi pada area tersebut kecil karena *picocell* diletakkan di dalam ruangan.

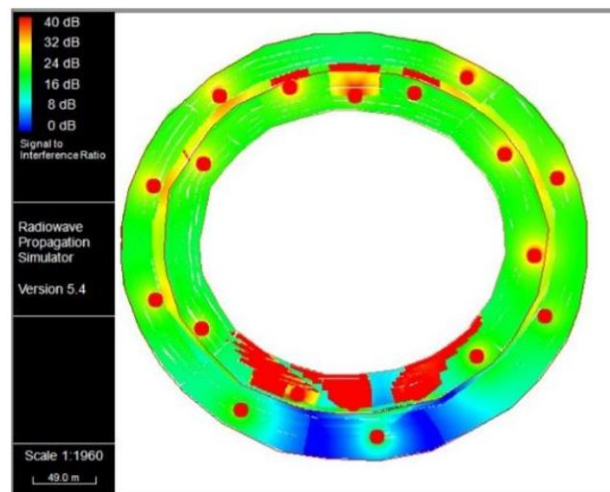
4.5 Analisis Berdasarkan KPI

Perolehan dari simulasi jaringan *indoor* LTE berdasarkan tinjauan parameter RSRP dan SIR masing-masing rata-rata nilainya dapat dilihat pada Tabel 10.

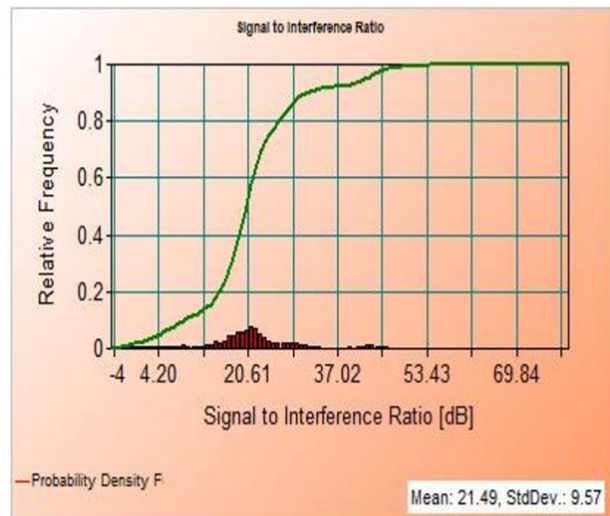
Maka jika ditinjau dari hasil simulasi dengan acuan KPI untuk parameter RSRP dan SIR berdasarkan



Gambar 8. Histogram SIR Skenario 1



Gambar 9. Simulasi SIR Skenario 2



Gambar 10. Histogram SIR Skenario 2

Tabel 9. Hasil Simulasi SIR Skenario 2.

Skenario 1	SIR (dB)
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	23,39
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	31,41
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	22,69
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	21,02
Area 5 (Tribun Atas Barat)	24,18
Area 6 (Tribun Atas Timur)	9,57
Area 7 (Tribun Atas Utara)	22,77
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	22,77
Semua Area	21,49

Tabel 10. Hasil Simulasi Keseluruhan.

Skenario	RSRP (dBm)	SIR (dB)	KPI Operator Acuan	
			RSRP (dBm)	SIR (dB)
Skenario 1	-74,10	19,04	>-90	>0
Skenario 1	-74,08	21,49	(90%) area	(90%) area

skenario 1 dan 2, perencanaan LTE di Stadion Utama Gelora Bung Karno telah memenuhi persyaratan KPI operator acuan dan layak untuk diimplementasikan. Namun, jika dilihat dari rata-rata nilai RSRP dan SIR, skenario 2 memiliki nilai yang lebih baik dan juga seperti yang dapat dilihat sebelumnya pada simulasi SIR dengan skenario 1, area 1 dimana area tersebut merupakan kawasan untuk tamu VIP, memiliki nilai SIR yang rendah sehingga tidak disarankan. Sehingga, skenario terbaik sesuai dengan simulasi adalah skenario 2.

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan level sinyal yang baik dengan melakukan perencanaan jaringan di dalam SUGBK. Pada hasil perencanaan didapatkan jumlah picocell yang dibutuhkan untuk area 1,3,5,6,7,8 adalah sebanyak 2 buah dan area 2,4 sebanyak 3 buah. Setelah dilakukan simulasi, didapatkan

nilai RSRP untuk keseluruhan area pada skenario 1 yaitu sebesar -74,10 dBm dan skenario 2 yaitu sebesar -74,08 dBm. Nilai SIR untuk keseluruhan area pada skenario 1 yaitu sebesar 19,04 dB dan skenario 2 yaitu sebesar 21,49 dB. Apabila menggunakan KPI operator acuan yaitu untuk parameter RSRP harus > -90 dBm (90% area) dan parameter SIR harus > 0 dB (90% area) maka hasil prediksi disimulasi nilai RSRP dan SIR skenario 1 dan 2 mencapai target KPI. Dari segi nilai parameter RSRP dan SIR juga dari segi untuk memberikan kualitas layanan terbaik di dalam bangunan skenario 2 lebih cocok untuk digunakan.

Daftar Pustaka

[1] J. Pour, "Dari gelora bung karno ke gelora bung karno (dalam indonesian)," *Jakarta: Grasindo*, 2012.

[2] C. Christopher, "An introduction to lte 2nd," *John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex*, 2014.

[3] M. Tolstrup, "Indoor radio planning a practical guide for 2g,3g and 4g, 3rd edition," *West Sussex:WILEY*, 2015.

[4] F. N. C. Inc, "High capacity indoor wireless solution: Picocell or femtocell?," *Texas:Richardson*, 2013.

[5] C. Huawei Technologies., "Radio network capacity dimensioning," *Huawei*, 2013.

[6] C. Huawei Technologies., "Radio network," *Huawei*, 2010.

[7] C. Huawei Technologies., "Bandwidth calculation for picocell," *Huawei*.

[8] U. K. Usman, "Fundamental teknologi seluler lte," *Bandung: Rekayasa Sains*, 2012.

[9] A. Aziz, "Analisa perencanaan indoor wi-fi ieee 802.11 n pada stadion si jalak harupat," *Bandung: Universitas Telkom*, 2016.