

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

### ANALYSIS OF LONG TERM EVOLUTION PICOCELL NETWORK PLANNING IN GELORA BUNG KARNO MAIN STADIUM

Fajar Adityawarman<sup>1</sup>, Arfianto Fahmi<sup>2</sup>, Uke Kurniawan Usman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup> [fajar.aditya1012@gmail.com](mailto:fajar.aditya1012@gmail.com), <sup>2</sup> [arfiantof@gmail.com](mailto:arfiantof@gmail.com), <sup>3</sup> [usman.uke@gmail.com](mailto:usman.uke@gmail.com)

#### 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, acara peringatan hari besar, kampanye partai politik, dan konser musik. Dihitung dari jumlah banyaknya kursi, SUGBK dapat menampung sebanyak 78.000 orang. Banyaknya *event* yang dapat dilakukan di SUGBK dengan kapasitas penonton yang banyak dan struktur bangunan yang menghalangi propagasi sinyal dari *site outdoor* sehingga perlu adanya perencanaan jaringan di dalam bangunan tersebut agar pelanggan tetap mendapatkan layanan yang baik dari kemampuan teknologi yang ada saat ini. Pada hasil perencanaan didapatkan nilai 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 SIR untuk keseluruhan area pada skenario 1 yaitu sebesar 19,04 dB dan skenario 2 yaitu sebesar 21,49 dB. Dengan 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 & 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, big day commemoration events, political party campaigns and music concerts. Calculated from the number of seats, SUGBK can accommodate as many as 78,000 people. Due to the number of events that can be performed in SUGBK with the capacity of many audiences and the structure of building which reduces the signal power from outdoor site, it is necessary to do network planning in the building so that customers will get good service. In result of planning, the average RSRP for entire area in scenario 1 is -74,10 dBm and scenario 2 that is equal to -74,08 dBm. For the SIR parameter, the average for entire area in scenario 1 is 19,04 dB and scenario 2 is equal to 21,49 dB. By using the reference operator KPI that is for RSRP should be > -90 dBm (90% area) and SIR must be > 0 dB (90% area) then the simulation result of RSRP & SIR in scenarios 1 and 2 reached the target of KPI.*

**Keywords :** LTE, Coverage Planning, Capacity Planning

#### 1. Pendahuluan

Memberikan kualitas layanan yang baik di dalam sebuah bangunan atau indoor merupakan sebuah tantangan dikarenakan terdapat *obstacle* yang harus dilewati sinyal yang dipancarkan dari *site outdoor*. Terutama bangunan yang struktur bangunannya dapat meredam sinyal dan didalamnya 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. Ketika ada pertandingan sepak bola, banyak user didalam stadion yang menggunakan layanan data seperti mengunduh atau mengunggah video dan gambar, atau sekedar chatting. Agar user didalam Stadion Utama Gelora Bung Karno dapat terlayani dengan baik oleh jaringan, maka akan dilakukan analisa perencanaan jaringan LTE dengan pendekatan *capacity*

*planning* dan *coverage planning* untuk mendapatkan jumlah *site* yang dibutuhkan. Jumlah *site* yang didapat, akan disimulasikan dengan *software* RPS 5.4 (*Radiowave Propagation Simulator*). Parameter yang digunakan dalam perencanaan ini adalah nilai RSRP dan SIR.

## 2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem

### 2.1. Long Term Evolution

LTE (*Long Term Evolution*) 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 UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*) dan merupakan pengembangan dari teknologi 2G atau GSM (*Global System for Mobile Communication*). 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.

### 2.2. Picocell

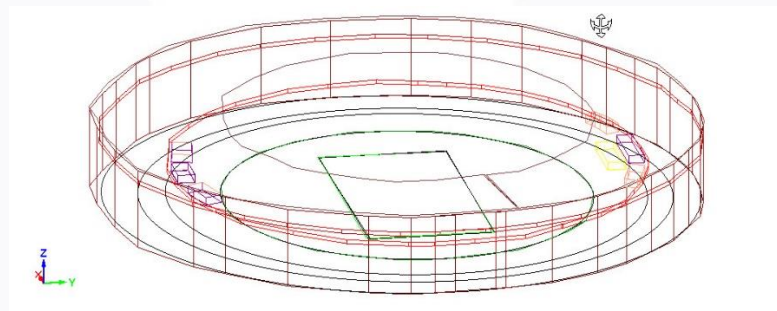
*Picocell* adalah sebuah *wireless base station* dengan daya yang sangat kecil yang dibuat untuk mencakup daerah yang sangat kecil, seperti satu lantai sebuah bangunan. Dalam jaringan seluler, *picocell* biasa digunakan untuk menambah jangkauan ke area *indoor* apabila sinyal dari *base station* yang 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.

Tabel 2. 1 Jenis Sel Berdasarkan Ukuran

Type of Cell	Radius	Range of Power
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

### 2.3. Stadion Utama Gelora Bung Karno

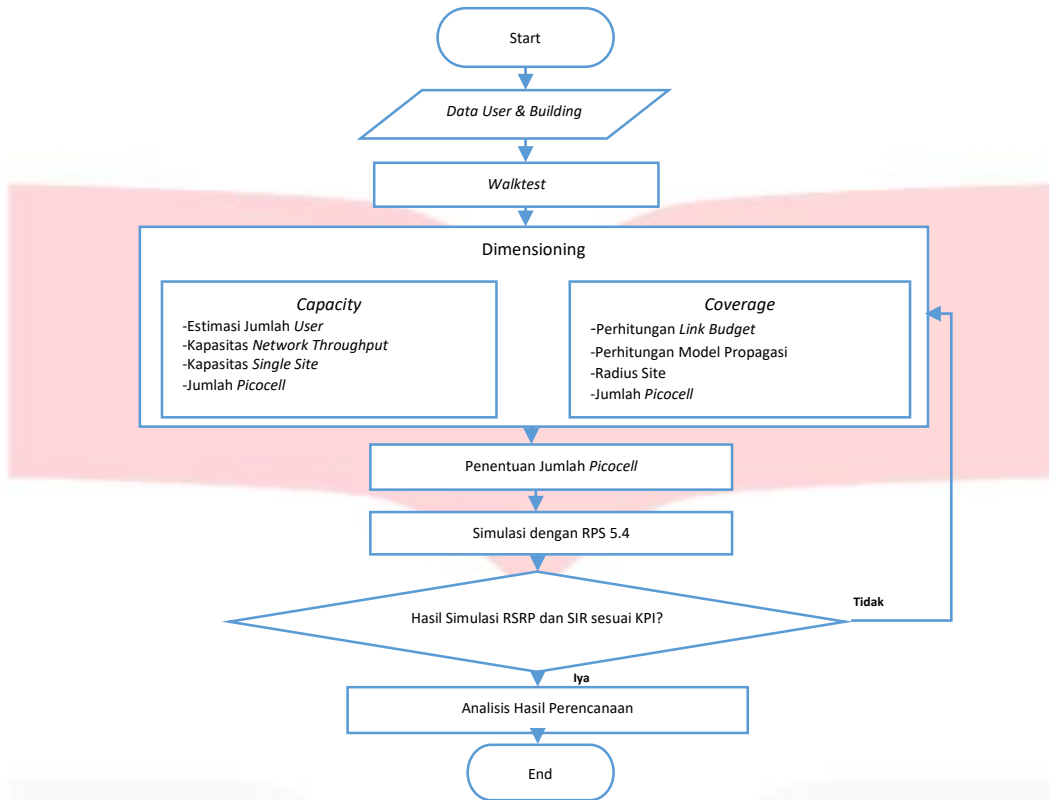
Stadion Utama Gelora Bung Karno adalah suatu stadion serbaguna yang berlokasi di kawasan Senayan, Jakarta Pusat. Stadion ini merupakan bagian dari kompleks olahraga Gelanggang Olahraga Bung Karno. Stadion Gelora Bung Karno saat ini sedang dalam proses renovasi untuk menyambut *Asian Games* 2018 yang akan dihelat di Jakarta. Stadion Utama Gelora Bung Karno akan dijadikan *main venue* pada acara *Asian Games* 2018, dan akan dijadikan tempat pembukaan dan penutupan dari acara tersebut yang akan menampilkan 10.000 penampil



Gambar 2. 1 Stadion Utama Gelora Bung Karno 3D Model

### 2.4. Proses Perencanaan

Untuk menyelesaikan penelitian ini maka diperlukan langkah-langkah yang terstruktur dan sistematis agar dapat mencapai hasil perencanaan yang sesuai. Maka dari itu sebelum dilakukan penelitian dibuatlah sebuah diagram alir seperti pada Gambar 3.1 yang mencakup tahap-tahap kerja yang dilakukan dalam penelitian ini. Diagram alir dalam pengerjaan penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 2. 2 Flowchart Perencanaan

2.4.1. Pengumpulan Data dan Survei

Pada perencanaan jaringan indoor LTE hal yang pertama kali dilakukan adalah melakukan survei di daerah tinjauan untuk mendapatkan informasi tentang spesifikasi gedung seperti denah gedung, material pembuat gedung, dan kapasitas maksimum user di dalam gedung.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Stadion Utama Gelora Bung Karno

Luas bangunan	115.050 m2
Jumlah lantai	5 lantai
Tinggi bangunan	30 m
Kapasitas Penonton	78.000 jiwa
Jumlah Sektor	24 Sektor
Kelas Penonton	Royal Box, Corporate Box, VIP, Tribun

Selain itu juga dilakukan penentuan spesifikasi dalam perencanaan indoor LTE seperti: frekuensi, model propagasi, bandwidth, dan perangkat yang digunakan.

Tabel 2.3 Spesifikasi Perencanaan Jaringan LTE Picocell

	Uplink	Downlink
User Environment	Indoor	
Bandwidth & Resource Block	20 MHz & 100	
Frekuensi	1800 MHz	
Model Propagasi	Cost 231 Multiwall	
Spasi Resource Block	15 kHz	
MIMO	4x4	

### 2.4.2. 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. Dalam perencanaan LTE *indoor* ini menggunakan frekuensi 1800 Mhz, dan digunakan pemodelan propagasi Cost 231 Multi-wall untuk mendapatkan nilai *radius cell* dengan menggunakan persamaan berikut.

$$L = L_{FS} + L_c + \sum_{i=1}^I k w_i L w_i + k_f^{[(k_f + 2) / (k_f + 1) - b]} L_f$$

Perhitungan luas cell didapat dengan menggunakan pemodelan *omnidirectional cell* berdasarkan persamaan berikut.

$$\text{Luas cell} = 2,6 \times d^2$$

Tabel 2.4 Estimasi Jumlah Sel Berdasarkan Coverage Planning

Area	Luas Area (m <sup>2</sup> )	Luas Cell	Jumlah Sel	Estimasi Jumlah Sel
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	8068,745	5063,238	1,593593877	2
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	8068,745	25376,302	0,317963781	1
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	8068,745	259673,92	0,031072604	1
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	8068,745	259673,92	0,031072604	1
Area 5 (Tribun Atas Barat)	5493,593	2996,3495	1,833428484	2
Area 6 (Tribun Atas Timur)	5493,593	2996,3495	1,833428484	2
Area 7 (Tribun Atas Utara)	5493,593	2996,3495	1,833428484	2
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	5493,593	2996,3495	1,833428484	2
Jumlah				13

### 2.4.3 Capacity Planning

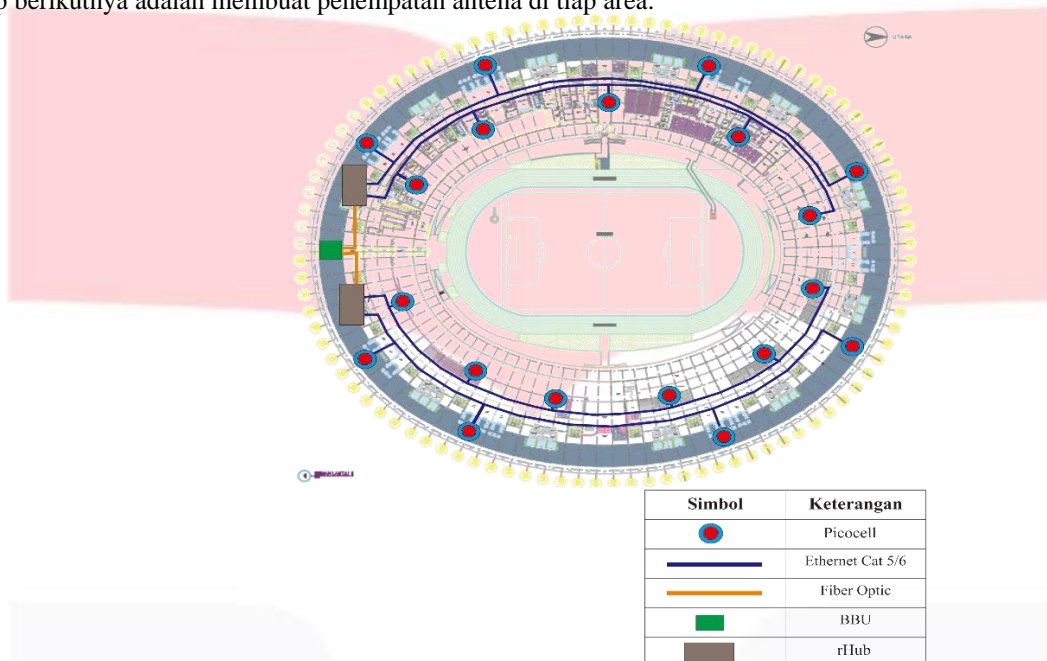
Capacity planning bertujuan untuk memperkirakan jumlah pelanggan dalam satu sel yang bisa tercakup. Perencanaan ini juga akan menentukan jumlah eNodeB yang diperlukan dengan memperhatikan kualitas layanan yang diberikan kepada *user*, misalnya *throughput*. Perencanaan berdasarkan kapasitas ini dilakukan 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.

Tabel 2. 3 Estimasi Jumlah Sel Berdasarkan Capacity Planning

Area	Jumlah User	Network Throughput (MAC)		Single Site Throughput(MAC)		Jumlah Sel		Estimasi Jumlah Sel
		Uplink (Mbps)	Downlink (Mbps)	Uplink (Kbps)	Downlink (Kbps)	Uplink	Downlink	
Area 1	8007	19,00921262	110,7134313	45,273576	67,391976	0,419874335	1,642828092	2
Area 2	14482	34,36524046	200,1499886	45,273576	67,391976	0,759057346	2,969937973	3
Area 3	6297	14,94484686	87,04175758	45,273576	67,391976	0,330100871	1,291574498	2
Area 4	15074	35,77274455	208,3475721	45,273576	67,391976	0,790146211	3,091578322	4
Area 5	8255	19,59435477	114,1214155	45,273576	67,391976	0,432798919	1,693397675	2
Area 6	8978	21,30233727	124,0690449	45,273576	67,391976	0,470524733	1,841006189	2
Area 7	8923	21,17582005	123,3321835	45,273576	67,391976	0,467730229	1,830072225	2
Area 8	8200	19,4520229	113,2924464	45,273576	67,391976	0,429655102	1,681096966	2
Jumlah								19

### 2.6.3 Pemilihan Jumlah dan *Plotting Picocell*

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, jumlah *picocell* berdasarkan *coverage planning* dan *capacity planning* berbeda maka harus dipilih salah satu dalam pemilihannya, yang dipilih adalah jumlah yang didapat dari hasil *capacity planning* pada sisi *downlink* karena memiliki jumlah *picocell* yang lebih banyak sehingga memungkinkan user dapat terlayani dengan baik. Apabila telah menentukan jumlah *picocell* yang digunakan, tahap berikutnya adalah membuat penempatan antenna di tiap area.



Gambar 2.3 Plotting Picocell di Stadion Utama Gelora Bung Karno

## 3. Hasil Analisis Simulasi

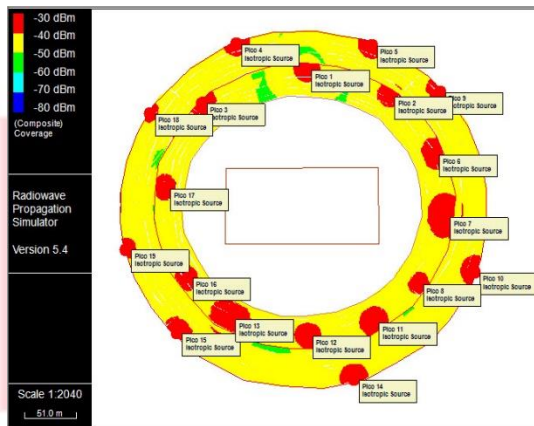
Estimasi jumlah *picocell* yang telah didapatkan dari perhitungan perencanaan jaringan LTE kemudian disimulasikan menggunakan *software* untuk perencanaan indoor yaitu, RPS 5.4 untuk mengevaluasi performansi jaringan LTE yang telah direncanakan menggunakan 2 skenario. Skenario 1 yaitu peletakan antenna di dinding, dan skenario 2 yaitu peletakan antenna di atap stadion.

### 3.1 Simulasi Berdasarkan RSRP

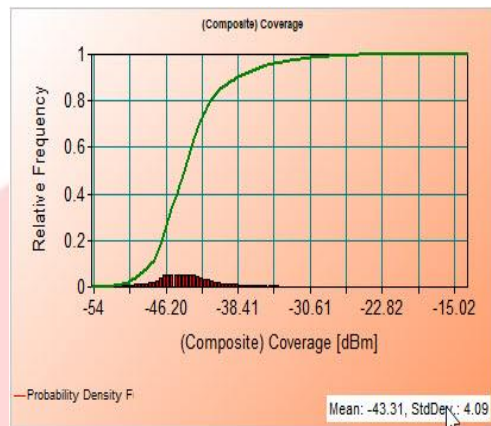
Pada saat akan melakukan simulasi pada *software* RPS 5.4 untuk mengetahui performansi hasil perencanaan dari segi parameter *Reference Signal Received Power* (RSRP), dilakukan dengan cara mengaktifkan antenna dan melihat performansi jaringan di seluruh area. Parameter ini merupakan parameter yang dapat 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 *servicing cell user*. Hasil simulasi RSRP tiap area dari skenario 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3.1 Hasil Simulasi RSRP Skenario 1 dan 2

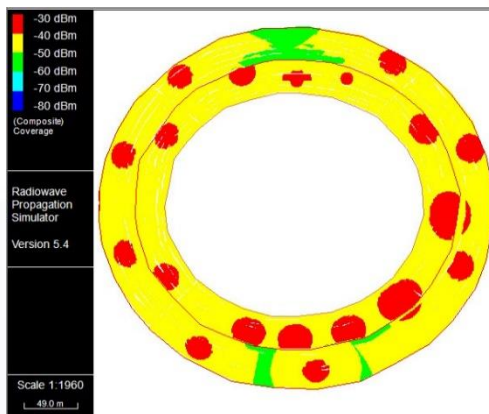
Area	Skenario 1		Skenario 2	
	RSSI (dBm)	RSRP (dBm)	RSSI (dBm)	RSRP (dBm)
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	-44,05	-74,8418125	-43,76	-74,5518125
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	-40,64	-71,4318125	-39,64	-70,4318125
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	-40,56	-71,3518125	-40,75	-71,5418125
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	-42,9	-73,6918125	-42,98	-73,7718125
Area 5 (Tribun Atas Barat)	-44,97	-75,7618125	-46,28	-77,0718125
Area 6 (Tribun Atas Timur)	-43,92	-74,7118125	-45,3	-76,0918125
Area 7 (Tribun Atas Utara)	-43,38	-74,1718125	-42,57	-73,3618125
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	-45,26	-76,0518125	-43,67	-74,4618125
Semua Area	-43,31	-74,1018125	-43,29	-74,0818125



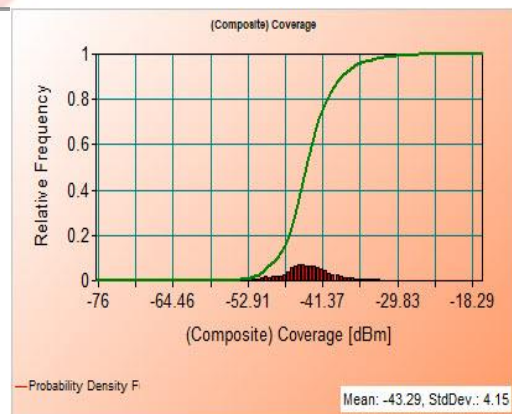
Gambar 3. 1 Simulasi RSSI Skenario 1



Gambar 3. 2 Histogram RSSI Skenario 1



Gambar 3. 3 Simulasi RSSI Skenario 2



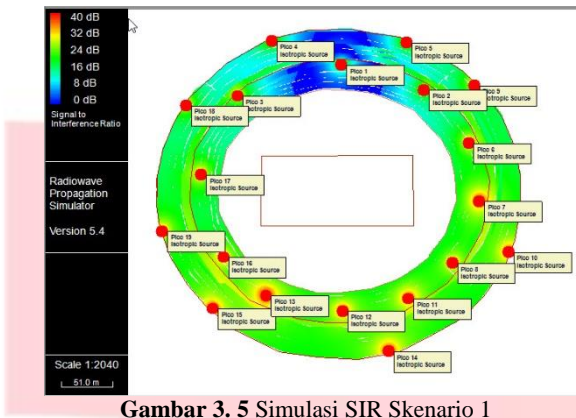
Gambar 3. 4 Histogram RSSI Skenario 2

### 3.2 Simulasi Berdasarkan SIR

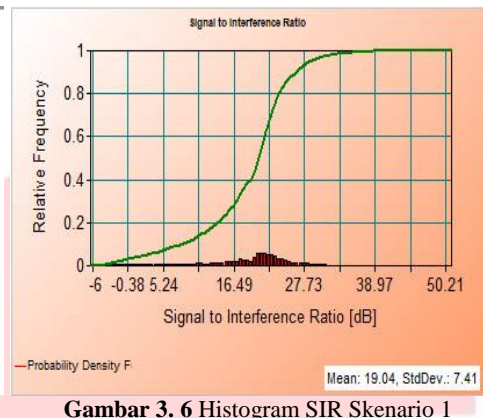
Skema simulasi untuk mengetahui performansi jaringan berdasarkan nilai *Signal to Interference Ratio* (SIR) dilakukan dengan cara mensimulasikan seluruh area dan mengaktifkan semua *pico cell*. Nilai parameter SIR adalah merupakan perbandingan antara daya signal terhadap interferensinya (satuan dB) dan mengindikasikan kualitas sinyal yang diterima oleh user. Hal-hal yang mempengaruhi nilai parameter SIR adalah jumlah *pico cell* yang didalam gedung karena hal ini dapat meningkatkan terjadinya interferensi. Parameter SIR pada LTE merupakan acuan untuk menentukan jenis modulasi yang digunakan dan mempengaruhi *datarate* yang dapat diterima user. Hasil simulasi SIR tiap lantainya, dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.

Tabel 3.2 Hasil Simulasi SIR Skenario 1 dan 2

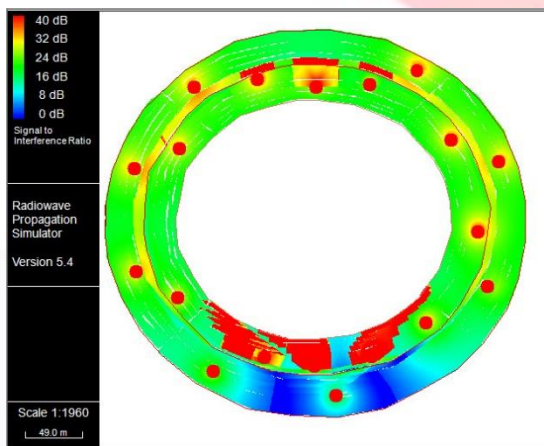
Area	Skenario 1	Skenario 2
	SIR (dB)	SIR (dB)
Area 1 (Tribun Bawah Barat)	7,57	23,39
Area 2 (Tribun Bawah Timur)	24,53	31,41
Area 3 (Tribun Bawah Utara)	21,25	22,69
Area 4 (Tribun Bawah Selatan)	19,59	21,02
Area 5 (Tribun Atas Barat)	10,34	24,18
Area 6 (Tribun Atas Timur)	23,41	9,57
Area 7 (Tribun Atas Utara)	21,21	22,77
Area 8 (Tribun Atas Selatan)	20,49	22,77
Semua Area	19,04	21,49



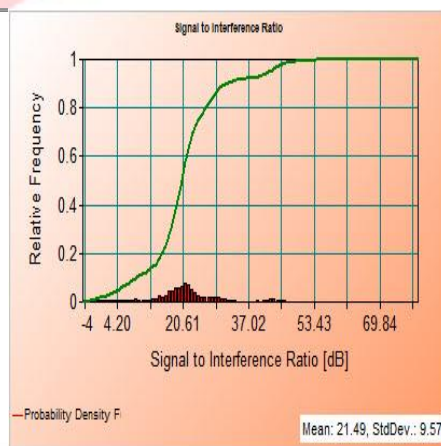
Gambar 3. 5 Simulasi SIR Skenario 1



Gambar 3. 6 Histogram SIR Skenario 1



Gambar 3. 7 Simulasi SIR Skenario 2



Gambar 3. 8 Histogram SIR Skenario 2

### 3.3 Analisis Berdasarkan KPI

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

Skenario	RSRP (dBm)	SIR (dB)	KPI Operator Acuan	
			RSRP (dBm)	SIR (dB)
Skenario 1	-74,10	19,04	> -90	>0
Skenario 2	-74,08	21,49	(90 %) area	(90%) area

Maka jika ditinjau dari hasil simulasi dengan acuan KPI untuk parameter RSRP dan SIR berdasarkan skenario 1 dan 2, perencanaan LTE di Stadion Utama Gelora Bung Karno telah memenuhi persyaratan KPI operator acuan dan layak untuk diimplementasi. Namun, jika dilihat dari rata-rata nilai RSRP dan SIR, skenario 2 memiliki nilai yang lebih baik dan juga seperti yang telah dikatakan 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.

#### 4 Kesimpulan

1. 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 .
2. Pada hasil perencanaan didapatkan nilai RSRP untuk keseluruhan area pada skenario 1 yaitu sebesar -74,10 dBm dan skenario 2 yaitu sebesar -74,08 dBm.
3. Pada hasil perencanaan didapatkan nilai SIR untuk keseluruhan area pada skenario 1 yaitu sebesar 19,04 dB dan skenario 2 yaitu sebesar 21,49 dB.
4. Dengan 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 & SIR skenario 1 dan 2 mencapai target KPI.
5. Dari segi nilai parameter RSRP dan SIR dan juga dari segi untuk memberikan kualitas layanan terbaik didalam bangunan skenario 2 lebih cocok untuk dipilih.

#### DAFTAR REFERENSI

- [1] Sesia Stefania, Toufik Issam, Baker Matthew, LTE The UMTS Long Term Evolution: John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, 2011.
- [2] Cox Christopher, An Introduction to LTE 2nd: John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, 2014.
- [3] Ayman Elnashar, Mohamed El-saidny, Mahmoud Serif, Design, Deployment, and Performance of 4G LTE Network John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, 2014.
- [4] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network Capacity Dimensioning: Huawei, 2013.
- [5] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network Coverage Dimensioning: Huawei, 2013.
- [6] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network Planning Introduction: Huawei.
- [7] Huawei Technologies Co., Ltd., LTE Radio Network: Huawei, 2010.
- [8] Aziz, Abdul (2016). Analisa Perencanaan Indoor Wi-Fi IEEE 802.11n Pada Stadion Si Jalak Harupat. Bandung: Universitas Telkom
- [9] Fujitsu Network Communication Inc, High Capacity Indoor Wireless Solution: Picocell or Femtocell?: Richardson, Texas, 2013.
- [10] Pour, Julius, Dari Gelora Bung Karno ke Gelora Bung Karno (dalam Indonesian), Jakarta: Grasindo, 2012.
- [11] Zhang, Jie, Femtocells Technologies and Deployment: John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, 2010.
- [12] Usman, Uke Kurniawan, Fundamental Teknologi Seluler LTE (Long Term Evolution), Bandung: Rekayasa Sains, 2012.
- [13] D.J. Deibner, J. Hubner, D. Hunold and D.J. Vooigt, RPS – Radiowave Propagation Simulator, Dresden: Radioplan, 2005.
- [14] Bocuzzi, Joseph. Michael Ruggiero. Femtocell Design and Application : Mc Graw Hill, 2011
- [15] Tolstrup, Morten. "Indoor Radio Planning A Practical Guide for 2G,3G and 4G, 3rd Edition". Chichester, West Sussex: WILEY, 2015.
- [16] Huawei Technologies Co., Ltd., Bandwidth Calculation for Picocell. Huawei.
- [17] Pusat Pengelolaan Komplek Gelora Bung Karno., Dokumen Stadion Utama Gelora Bung Karno: PPKGBK, 2017.
- [18] Huawei Technologies Co., Ltd., Huawei Pico Link Budget. Huawei