

ANALISIS PERANCANGAN JARINGAN LTE MENGGUNAKAN PICOCELL DI GEDUNG SASANA BUDAYA GANESHA

LTE NETWORK PLANNING AND ANALYSIS USING PICOCELL ON SASANA BUDAYA GANESHA BUILDING

Naka Prihastya Putra¹, Ir. Uke Kurniawan Usman M.T.², Hurianti Vidyaningtyas, ST., M.T.³
^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
nakaputra@student.telkomuniversity.ac.id,
usman.uke@gmail.com

Abstrak

Layanan akan jaringan internet saat ini merupakan salah satu kebutuhan. Di zaman yang serba digital ini masyarakat membutuhkan akses internet yang cepat, *realtime*, dan mudah dijangkau. Namun, terkadang hal itu terhambat oleh kuat sinyal yang kurang memadai di tempat-tempat tertentu terutama *indoor*. Hal ini bisa terjadi karena tidak ter-*covernya* sinyal oleh BTS *outdoor* sehingga level daya terima sinyal lemah atau kelebihan kapasitas *user* pada suatu acara seperti konser di dalam gedung Sasana Budaya Ganesha.

Perencanaan jaringan ini terdiri dari 3 skenario berdasarkan jumlah antenanya dengan tiap skenario terdiri dari 2 macam berdasarkan letak antenanya. Berdasarkan perhitungan dan simulasi, didapat nilai dari RSL/RSRP skenario 1a sebesar -82,95 dBm, RSL/RSRP skenario 1b sebesar -82,25 dBm, RSL/RSRP skenario 2a sebesar -60,45 dBm dan SIR/SNR skenario 2a sebesar 62,15 dB, RSL/RSRP skenario 2b sebesar -64,30 dBm dan SIR/SNR skenario 2b sebesar 36,60 dB, RSL/RSRP skenario 3a sebesar -55,28 dBm dan SIR/SNR skenario 3a sebesar 36,89 dB, RSL/RSRP skenario 3b sebesar -51,88 dan SIR/SNR skenario 3b sebesar 36,89 dB.

Abstract

A Service on current Internet network is one of requirement. In this digital era, almost people need fast internet access and realtime. However, sometimes it is hampered by inadequate signal strength in certain places, especially indoors. This can happen because of uncovered signal by outdoor base stations so that the received power level signal is weak or overcapacity user at an event such as a concert at the Sasana Budaya Ganesha.

This network access planning consists of 3 scenarios based on the number of the antenna with each scenario consists of 2 kinds based on the location of the antenna. Based on calculations and simulations, we get the value of RSL scenario 1a of -82.95 dBm, RSL scenario 1b of -82.25 dBm, RSL scenario 2a -60.45 dBm and SIR scenario 2a equal to 62.15 dB, RSL scenario 2b equal to -64,30 dBm and SIR scenario 2b equal to 36,60 dB, RSL scenario 3a equal to -55,28 dBm and SIR scenario 3a equal to 36,89 dB, RSL scenario 3b equal to -51,88 dBm and SIR scenario 3b equal to 36,89 dB.

1. Pendahuluan

Saat ini gedung Sasana Budaya Ganesha hanya ada layanan hingga 3G saja. Tetapi masih belum adanya layanan 4G dan sering terjadinya traffic padat sehingga tidak terlayannya *user* pada acara-acara tertentu dengan padat pengunjung. Hingga kini hal ini masih menjadi kendala bagi masyarakat pengunjung acara pada gedung Sasana Budaya Ganesha. Dari hasil *walktest* pun hasilnya masih belum sesuai dengan KPI operator yaitu.....

Pada paper ini dibahas tentang perancangan jaringan 4G LTE *indoor* gedung Sasana Budaya Ganesha yang mencakup *coverage planning* serta *capacity planning*. Kemudian dilakukan 3 skenario dengan setiap skenario terdiri dari 2 perencanaan berdasarkan letak penempatan antena agar didapatkan hasil yang terbaik dan optimal. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi didapatkan skenario 3b adalah skenario terbaik dengan hasil simulasi dan perhitungan nilai rata-rata parameter RSRP/RSL sebesar -51,88 dBm dan nilai rata-rata parameter SIR/SNR sebesar 36,89 dB. Hasil simulasi skenario 3b lebih baik dari skenario lainnya. Oleh karena itu, hal ini bisa menjadi saran untuk operator agar memperbaiki jaringan akses pada gedung Sasana Budaya Ganesha.

2. Dasar Teori

2.1. Karakteristik Jaringan LTE [1]

LTE (*Long Term Evolution*) adalah sebuah nama yang diberikan oleh 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*). Teknologi LTE merupakan teknologi seluler generasi ke-4 (4G) yang tujuannya untuk memperbaiki teknologi sebelumnya pada UMTS (3G) dan HSPA (3.5G).

Pada jaringan LTE, paket data dapat dikirimkan hingga mencapai 100 Mbps untuk *downlink* dan 50 Mbps untuk *uplink*. Pada syarat tertentu dan *system* tertentu, pengiriman paket data dapat mencapai 300 Mbps untuk *downlink* dan 75 Mbps untuk *uplink*. Walaupun hal ini hanya mungkin terjadi pada keadaan ideal yang kemungkinan besar tak dapat tercapai pada skenario sebenarnya.

Coverage serta mobilitas pada LTE memiliki spesifikasi tertentu. *Coverage* pada LTE dapat bekerja optimal pada 5 km, bekerja dengan kinerja terdegradasi pada 30 km dan dapat mendukung ukuran *cell* hingga 100 km. Mobilitas pada LTE bekerja optimal pada kecepatan 15 km/jam, bekerja dengan kinerja tinggi pada kecepatan 120 km/jam dan dapat mendukung kecepatan mobilitas hingga 350 km/jam.

Feature	LTE
<i>Multiple access scheme</i>	OFDMA dan SC-FDMA
<i>Frequency re-use</i>	<i>Flexible</i>
Penggunaan antena mimo	Yes
<i>Bandwidth</i>	1, 4, 3, 5, 10, 15, dan 20Mhz
<i>Frame Duration</i>	10 ms
<i>Transmission Time Interval</i>	1 ms
<i>Modes of Operation</i>	FDD dan TDD
<i>Uplink Timing Advance</i>	<i>required</i>
<i>Transport Channels</i>	<i>Shared</i>
<i>Uplink Power Control</i>	<i>slow</i>

2.2. Coverage Planning [3]

2.2.1 Perhitungan Link Budget

Perhitungan *Link Budget* sering digunakan untuk mengetahui perkiraan kelemahan sinyal pada suatu tempat. Perhitungan ini disebut MAPL (*Maksimum Allowable Path Loss*). Dengan redaman dalam ruangan (*indoor loss*) sebesar 6.9 dB tiap temboknya. Sedangkan pada gedung terdaat 4 tembok penghalang. Sehingga *indoor loss* total yaitu $6.9 \times 4 = 27,6$ dB

Transmitter	Value	Calculation	Transmitter	Value	Calculation
Max Tx Power[dBm]	27	a	Max Tx Power[dBm]	30	a
Tx Antenna Gain[dBi]	0	b	Tx Antenna Gain[dBi]	3	b
Body Loss[dBm]	3	c	Body Loss[dBm]	6	c
EIRP[dBm]	24	d=a+b-c	EIRP[dBm]	27	d=a+b-c
Receiver	value	calculation	Receiver	Value	Calculation
Noise Figure[dB]	2	e	Noise Figure[dB]	2	e
Thermal Noise[dBm]	-130,966	f=k(Boltzman)*T(290Kelvin)*B(20MHz)	Thermal Noise[dBm]	-130,966	f=k(Boltzman)*T(290Kelvin)*B(20MHz)
Receiver Noise Density[dBm]	-128,966	g=e-f	Receiver Noise Density[dBm]	-128,966	g=e+f
SINR[dB]	-9	h	SINR[dB]	-9	h
Receiver Sensitivity[dBm]	-137,966	i=g+h	Receiver Sensitivity[dBm]	-137,966	i=g+h
Load Factor[dBm]	0,7	J(70%)	Load Factor[dBm]	0,7	J(70%)
Interference Margin[dB]	15,2288	k=-10 log[(1-j)/10]	Interference Margin[dB]	15,2288	k=-10 log[(1-j)/10]
Rx Antenna Gain[dBi]	3	L	Rx Antenna Gain[dBi]	0,2	L
Cable Loss[dB]	6	m	Cable Loss[dB]	0	m
MHA Gain[dB]	2	n	MHA Gain[dB]	3	n
Maximum Path Loss[dB]	147,7372	o=d-i-k-l+m-n	Maximum Path Loss[dB]	162,166	o=d-i-k-l+m-n
Log Normal Fading Margin[dB]	7,6	p	Log Normal Fading Margin[dB]	7,6	p
Soft Handoff Gain[dB]	2	q	Soft Handoff Gain[dB]	2	q
Indoor Loss[dB]	27,6	r = $\sum_{i=1}^m L_{wi}^{n_{wi}}$	Indoor Loss[dB]	27,6	r = $\sum_{i=1}^m L_{wi}^{n_{wi}}$
MAPL	114,5372	S=o-p+q-r	MAPL	128,966	S=o-p+q-r

2.2.2 Perhitungan Jari-jari sel

$$L_f = 32,5 + 20^{10} \log 1800 + 20^{10} \log dKm$$

$$L_T = L_F + L_C + \sum_{i=0}^m n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{n_f+2}{n_f+1} - b \right] L_f$$

$$L_T = MAPL_{Uplink}$$

2.2.3 Perhitungan Luas Sel dan Jumlah Akses Poin

$$\text{Luas sel} = 2.6 \times d^2$$

$$\text{Jumlah Akses Poin} = \frac{\text{luas gedung}}{\text{luas coverage sel}}$$

2.3 Capacity Planning [3]

2.3.1 Perhitungan Banyak User

$$\text{Number of Users} = \text{Capacity Number of Users} \times 90\% \times 50\% \times 85\%$$

2.3.2 Traffic dan LTE Service Model

Traffic Parameters	Single Service Throughput	
	UL (Kbit)	DL (Kbit)
VoIP	1704,21	1704,21
Video Phone	768,6954545	9545,454545
Video Conference	6366,65	6366,65
Real Time Gaming	954,85	7640,03
Streaming Media	238,71	36288,69
IMS Signalling	2,210303	2,21030303
Web Browsing	4775,02	19099,31
File Transfer	7162,40	38199,13
Email	397,91	636,65
P2P File Sharing	16977,16	50936,24
Total	39347,81576	170418,5748
Single User Throughput (Kbps)	10,92994882	47,338493

Setelah dilakukan perhitungan SUT, didapat nilai pada uplink sebesar 10,92994882, dan pada downlink sebesar 47,338493

2.3.3 Perhitungan Network Throughput

$$Network\ Throughput_{UL\ or\ DL} = Total_{User} \times SUT_{UL\ or\ DL}$$

2.3.4 Perhitungan Cell Throughput LTE

Perhitungan pada Bandwidth 20 Mhz, *number of resource block* 100 dan MIMO 4x4, didapat perhitungan *uplink* sebagai berikut:

$$MAC\ layer\ throughput_{UL} + CRC = (168 - 24) \times Codebits \times Code\ rate \times 100 \times 4 \times 1000$$

Modulation	Code Bit	Code Rate	SINR (min) (dB)	SINR Probability (Pn)	UL Cell Throughput (Kbps)(Rn)	UL Cell Throughput (Mbps)(Rn)	UL Cell Average Throughput
QPSK 1/3	2	0,3	-1,5 – 0,3	0,28	34560000	34,56	9,6768
QPSK 1/2	2	0,5	0,3 – 2	0,25	57600000	57,6	14,4
QPSK 2/3	2	0,67	2 – 4,5	0,17	77184000	77,184	13,12
16 QAM 1/2	4	0,5	4,5 – 6	0,13	115200000	115,2	14,976
16 QAM 2/3	4	0,67	6 – 8,5	0,1	154368000	154,368	1,55
16 QAM 4/5	4	0,8	8,5 – 10,8	0,05	184320000	184,32	9,216
64 QAM 1/2	6	0,5	10,8 – 12,5	0,01	172800000	172,8	1,728
64 QAM 2/3	6	0,67	12,5 – 13,5	0,01	231552000	231,552	2,31
<i>Uplink Cell Throughput</i>							66,9768

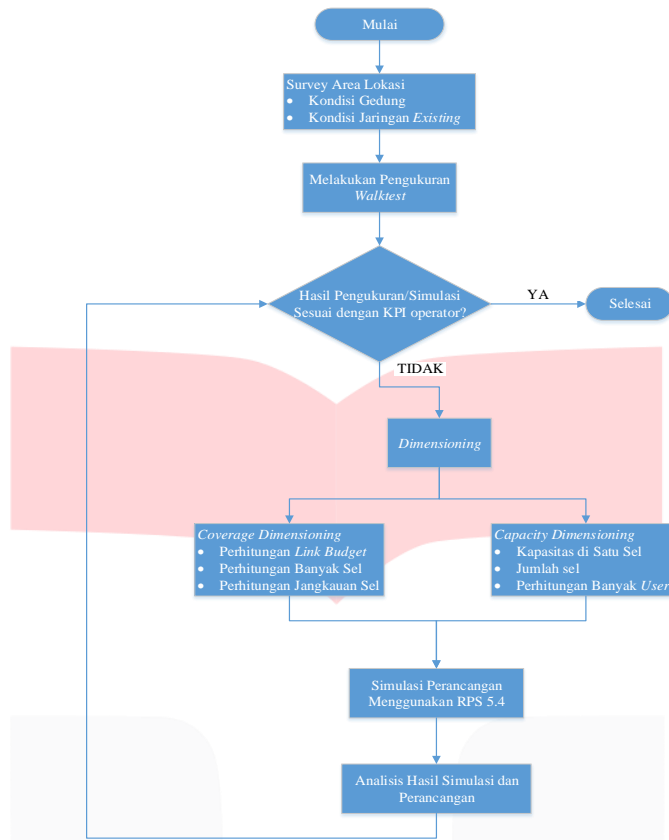
2.3.5 Perhitungan Jumlah Site dan Cell Coverage

Perhitungan dibawah ini yaitu perhitungan banyaknya *site* berdasarkan *MAC Throughput capacity* dan *site capacity*.

$$Numbers\ of\ Site_{UL} = \frac{Network\ Throughput_{UL}}{Site\ Capacity_{UL}}$$

$$Numbers\ of\ Site_{UL} = \frac{Network\ Throughput_{UL}}{Site\ Capacity_{UL}}$$

3. Diagram Alir Penelitian

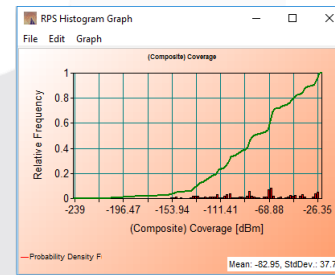
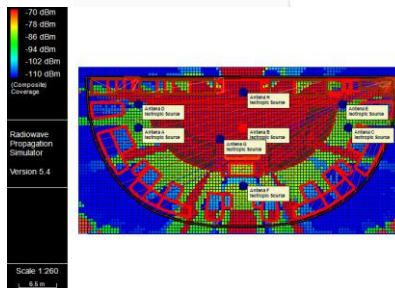


4. Hasil Perhitungan dan Simulasi

4.1 Analisa Simulasi Skenario 1a

Analisa simulasi skenario 1a ini merupakan hasil dari perancangan indoor dengan menggunakan *software* RPS

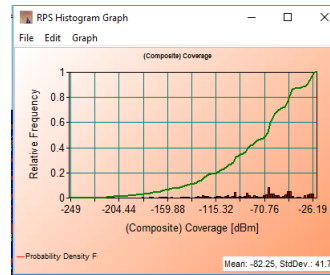
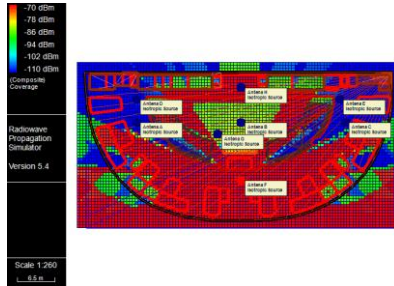
5.4



Gambar 4.1 Simulasi *coverage* Gambar 4.2 Histogram *coverage*

4.2 Analisa Simulasi Skenario 1b

Analisa simulasi skenario 1b ini merupakan hasil dari perancangan indoor dengan menggunakan *software* RPS 5.4

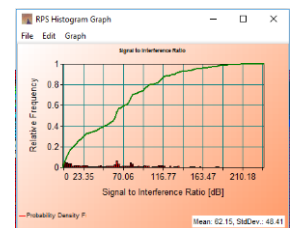
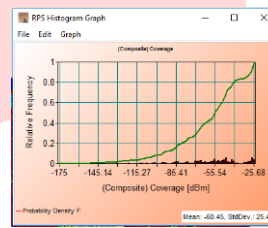
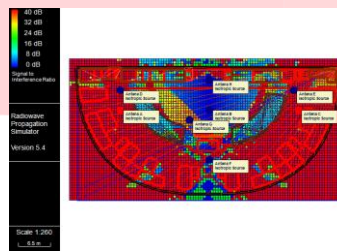
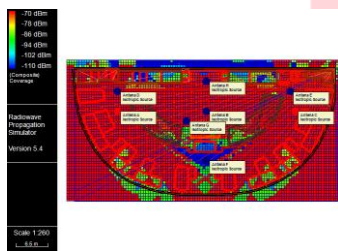


Gambar 4.3 Simulasi coverage Gambar 4.4 Histogram coverage

4.3 Analisa Skenario 2a

Analisa simulasi skenario 2a ini merupakan hasil dari perancangan indoor dengan menggunakan software RPS

5.4

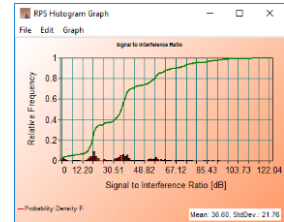
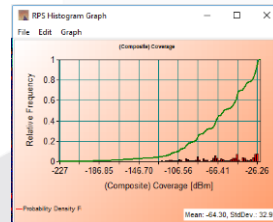
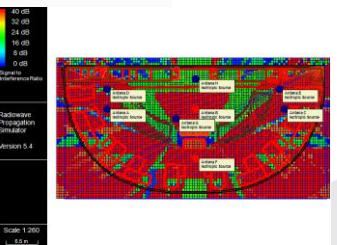
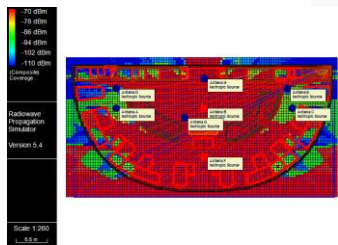


Gambar 4.5 Simulasi coverage Gambar 4.6 Simulasi SIR Gambar 4.7 coverage Gambar 4.8 SIR

4.4 Analisa Skenario 2b

Analisa simulasi skenario 2b ini merupakan hasil dari perancangan indoor dengan menggunakan software RPS

5.4

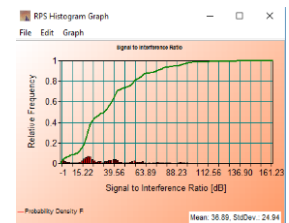
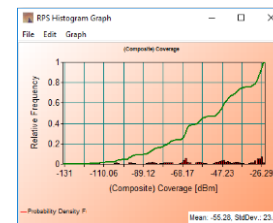
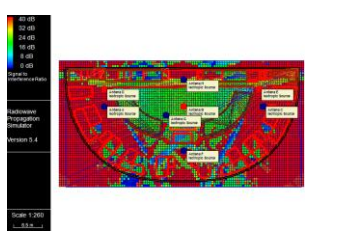
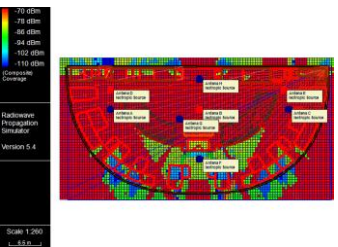


Gambar 4.9 Simulasi coverage Gambar 4.10 Simulasi SIR Gambar 4.11 coverage Gambar 4.12 SIR

4.5 Analisa Skenario 3a

Analisa simulasi skenario 3a ini merupakan hasil dari perancangan indoor dengan menggunakan software RPS

5.4

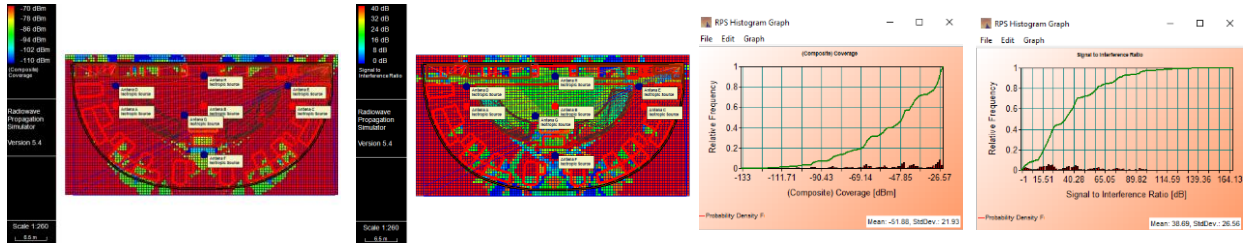


Gambar 4.13 simulasi coverage Gambar 4.14 simulasi SIR Gambar 4.15 Coverage Gambar 4.16 SIR

4.6 Analisa Skenario 3b

Analisa simulasi skenario 3b ini merupakan hasil dari perancangan indoor dengan menggunakan *software*

RPS 5.4

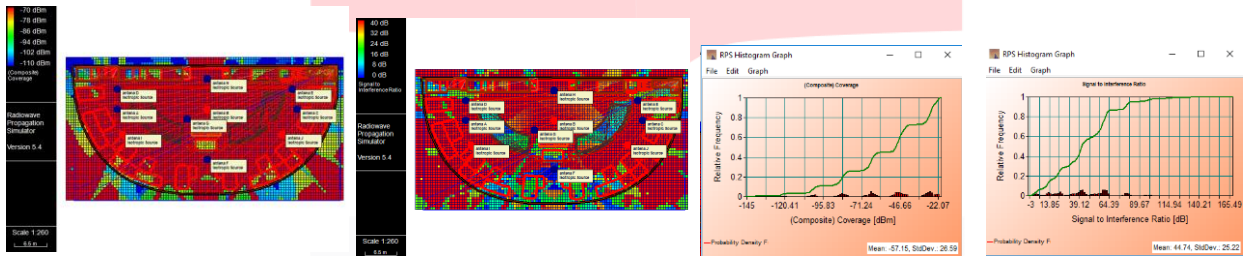


Gambar 4.17 simulasi Coverage **Gambar 4.18** Simulasi SIR **Gambar 4.19** coverage **Gambar 4.20** SIR

4.7 Analisa Skenario 3c

Analisa simulasi skenario 3a ini merupakan hasil dari perancangan indoor dengan menggunakan *software*

RPS 5.4

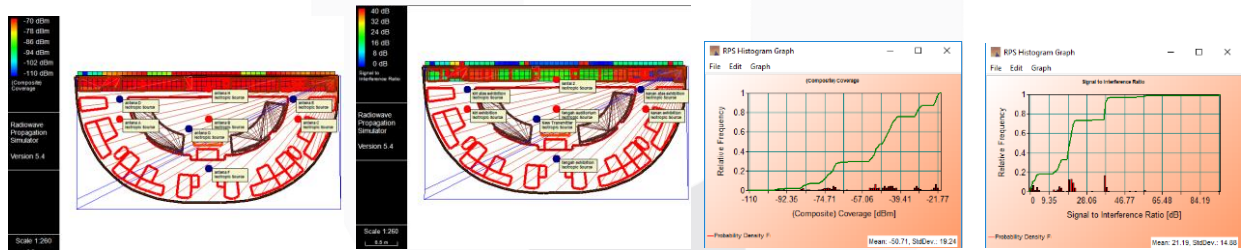


Gambar 4.21 simulasi coverage **Gambar 4.22** simulasi SIR **Gambar 4.23** Coverage **Gambar 4.24** SIR

4.8 Analisa Lantai 2

Analisa simulasi skenario 3a ini merupakan hasil dari perancangan indoor dengan menggunakan *software* RPS

5.4



Gambar 4.25 simulasi coverage **Gambar 4.26** simulasi SIR **Gambar 4.27** Coverage **Gambar 4.28** SIR

4.9 Analisis Perbandingan Cost Perencanaan Jaringan Akses

Infrastruktur	Biaya
Antena Ericson RBS 6401	493.220 x 4 = 1.972.880
Antena Microwave	12.600.000
Operasional pembangunan	150.000 x 2 = 300.000
Total	14.872.880

Operasional	Biaya
Solar	100.000
Operasional Pembangunan	150.000 x 2 = 300.000
Total	400.000

Dapat dilihat bahwa pada pembangunannya, jaringan sementara dibutuhkan biaya 400.000 untuk tiap pembangunannya pada setiap event di gedung sasana budaya ganesha. Sedangkan pembangunan jaringan permanen dibutuhkan biaya sebesar 14.872.880 di gedung sasana budaya ganesha.

Jika diasumsikan dalam 1 tahun ada 40 event yang berlangsung pada gedung sasana budaya ganesha, maka dibutuhkan biaya sebesar 40 x 400.000 atau 16.000.000 untuk pembangunan sementara seperti combat dan comro. Sedangkan pembangunan permanen hanya 14.872.880. Dari analisis ini dapat disimpulkan bahwa pembangunan permanen jelas lebih murah dibandingkan dengan pembangunan sementara jika kita lihat dalam jangka panjang (lebih dari 1 tahun).

4.10 Analisis Hasil Simulasi dan Perbandingan Skenario Perencanaan

Nama Skenario	Antena aktif	RSL (dBm)	SIR (dB)	KPI RSL	KPI SIR	Standar Deviasi RSL	Standar Deviasi SIR	Keterangan
Skenario 1a	B	-82,95	-	50%	-	37,75	-	Masih buruk karena belum memenuhi KPI
Skenario 1b	F	-82,25	-	50%	-	41,74	-	Masih buruk karena belum memenuhi KPI
Skenario 2a	A, C	-60,45	62,15	60%	50%	25,43	48,41	Masih buruk karena belum memenuhi KPI
Skenario 2b	B, F	-64,30	36,60	70%	65%	32,91	31,76	Masih buruk karena belum memenuhi KPI
Skenario 3a	D, B, E	-55,28	36,89	85%	75%	23,04	24,94	Cukup baik namun belum memenuhi KPI
Skenario 3b	A, B, C	-51,88	38,69	95%	90%	21,93	26,56	Sangat baik dan memenuhi KPI
Skenario 3c	I, B, J	-57,15	44,74	95%	90%	26,59	25,22	Sangat baik dan memenuhi KPI

5. Kesimpulan

Perhitungan *link budget* dengan daya pancar antenna 30 dBm, didapat nilai MAPL arah *downlink* sebesar 128,966 dB. Jari-jari *coverage* lantai 1 sebesar 35,6 m dan lantai 2 sebesar 78,81. Dengan luas sel lantai 1 sebesar 3297,2231 m² dan lantai 2 sebesar 6211 m². Berdasarkan simulasi dari skenario 1 hingga 3 yang telah dilakukan, didapat bahwa skenario 3 dengan antenna aktif A, B, dan C adalah hasil yang paling baik dengan nilai RSL sebesar -51,88 dBm dan nilai SIR sebesar 38,69 dB. Dengan luas *coverage* tersebut didapatkan jumlah akses poin sebanyak 3 antenna. Total antenna yang dibutuhkan pada perencanaan LTE di gedung Sasana Budaya Ganesha yaitu sebanyak 4 antenna jenis *isotropic*. Dengan rincian 3 antenna di lantai 1 (2 di exhibition hall dan 1 di auditorium hal) serta 1 di lantai 2.

Daftar Pustaka

[1] C. Cox, INTRODUCTION TO LTE, UK: John Wiley & Sons Ltd, 2012.

[2] A. A. Atayero, M. K. Luka, M. K. Orya dan J. O. Iruemi, "3GPP Long Term Evolution: Architecture, Protocols and Interfaces," *IJICT*, pp. 1-2, 2011.

[3] G. Whyley, "LTE Network Architecture," Aircom LTE, 2013.